

Treball de Recerca

Disseny d'un habitatge ecològic a Palafrugell

Índex

ÍNDEX.....	2
ÍNDEX D'IMATGES	5
ÍNDEX DE TAULES	7
1. INTRODUCCIÓ.....	8
2. EMPLAÇAMENT.....	10
3. ESTUDI CLIMATOLÒGIC.....	11
3.1. Velocitat del vent	11
3.2. Direcció del vent	12
3.3. Temperatures mitjanes	13
3.4. Pluges mitjanes	14
3.5. Climograma	15
3.6. El clima de Palafrugell.....	16
4. AÏLLAMENT	17
4.1. Aïllament tèrmic	17
4.1.1. Avantatges	17
4.1.2. Aïllament tèrmic interior	18
4.1.3. Aïllament tèrmic exterior.....	18
4.2. Aïllament acústic	19
4.3. Materials	19
4.3.1. Sintètics	19
4.3.2. Naturals.....	20
4.3.2.1. D'origen animal.....	20
4.3.2.2. D'origen mineral.....	20
4.3.2.3. D'origen vegetal	21
5. APROFITAMENT ACTIU	24
5.1. Energia solar fotovoltaica	24
5.2. Energia solar tèrmica	27
5.3. Energia eòlica	29
6. COMPOSTATGE.....	32
7. APROFITAMENT DE L'AIGUA	34
8. APROFITAMENT PASSIU. ARQUITECTURA BIOCLIMÀTICA	35

8.1. Control de la calor.....	35
8.2. Elements captadors passius.....	37
8.2.1. Elements captadors estructurals	37
8.2.2. Elements captadors afegits	38
8.3. Ventilació natural.....	39
8.3.1. Captació de l'aire.....	39
8.3.2. Ventilació de la vivenda	39
8.3.3. Sortida de l'aire	41
8.4. Sistema estacionari	42
8.4.1. Estiu: Sistemes de refrigeració	42
8.4.2. Hivern: Sistemes de calefacció.....	42
8.5. Radiació solar	42
8.5.1. Il·luminació durant l'estiu.....	42
8.5.2. Il·luminació durant l'hivern.....	43
8.6. Control de la humitat	44
8.7. Exteriors.....	44
8.7.1. Control de la llum.....	45
8.7.2. Brises exteriors	45
8.7.3. Barreres acústiques i visuals.....	46
9. SISTEMES DE CALEFACCIÓ.....	47
9.8. Terra radiant.....	47
9.8.1. Fonts de calor	49
9.8.1.1. Convencionals	49
9.8.1.2. Alternatives.....	49
9.8.2. Avantatges	50
10. PRIMER DISSENY	51
11. SEGON DISSENY	53
12. TERCER DISSENY	57
13. PRESSUPOST.....	61
13.1. Electrodomèstics	61
13.2. Aïllament	62
13.3. Calefacció	62

13.4. Plaques solars tèrmiques	63
13.5. Plaques solars fotovoltaïques.....	66
13.6. Central mini eòlica.....	69
13.7. Pressupost final	70
14. CONCLUSIONS	74
15. BIBLIOGRAFIA	77
16. ANNEXOS	79
16.1. Memòria de la maqueta.....	79
16.1.1. Característiques del projecte.....	79
16.1.1.1. Proposta	79
16.1.1.2. Materials	79
16.1.1.3. Funcionament elèctric	79
16.1.1.4. Mida.....	79
16.1.2. Pla de treball	80

Índex d'imatges

Figura 1: Gràfica de la velocitat mitjana del vent	11
Figura 2: Gràfica de les direccions dels vents	12
Figura 3: Rosa dels vents.....	12
Figura 4: Gràfica de les temperatures mitjanes	13
Figura 5: Gràfica de les pluges mitjanes	14
Figura 6: Climograma de Palafrugell	15
Figura 7: Esquema dels murs exteriors	23
Figura 8: Imatge d'una cèl·lula fotovoltaica.....	24
Figura 9: Diferents tipus de panells fotovoltaics	25
Figura 10: Esquema del sistema fotovoltaic connectat a xarxa.....	25
Figura 11: Esquema del sistema fotovoltaic aïllat.....	25
Figura 12: Plaques solars tèrmiques no protegides i protegides.....	27
Figura 13: Esquema del funcionament del sistema d'ACS amb plaques solars tèrmiques.	28
Figura 14: Imatges d'un aeromotor multipala i un aerogenerador tripala.....	29
Figura 15: Aerogenerador tripala d'eix horitzontal.....	30
Figura 16: Aerogeneradors d'eix vertical de diversos tipus	30
Figura 17: Parcs eòlics <i>on-shore</i> i <i>off-shore</i>	31
Figura 18: Esquema d'un aerogenerador.....	31
Figura 19: Esquema de l'interior d'un aerogenerador.....	31
Figura 20: El compostatge.....	33
Figura 21: Esquema del sistema de filtratge per gruixos	34
Figura 22: Maneres de perdre i guanyar calor en una casa	36
Figura 23: Esquema del funcionament del Mur Trombe.....	37
Figura 24: Esquema del funcionament d'una coberta d'aigua	38
Figura 25: Esquema del funcionament d'una torre solar.....	40

Figura 26: Esquema de la distribució de les finestres	41
Figura 27: El voladís i la vegetació	43
Figura 28: Utilització de la vegetació de fulla caduca.....	45
Figura 29: Ús de la vegetació pel control de corrents d'aire indesitjats.....	46
Figura 30: La vegetació com a reductor del soroll	46
Figura 31: Esquema de les parts del terra radiant.....	48
Figura 32: Esquema de la distribució de calor en el terra radiant	50
Figura 33: Primer disseny de l'habitatge.....	52
Figura 34: Esquema del paper de la solera de grava blanca.....	53
Figura 35: Esquema del funcionament de la ventilació durant l'hivern.....	54
Figura 36: Esquema del funcionament de la ventilació durant l'estiu	54
Figura 37: Segon disseny de l'habitatge.....	56
Figura 38: Esquemes del disseny del voladís i la il·luminació natural.....	57
Figura 39: Aprofitament de l'aigua a través del voladís	58
Figura 40: Esquema del funcionament de la ventilació creuada	59
Figura 41: Tercer disseny en forma de maqueta.....	60

Índex de taules

Taula 1: Velocitat mitjana del vent	11
Taula 2: Mitjana de les direccions del vent	12
Taula 3: Temperatures mitjanes en.....	13
Taula 4: Pluges mitjanes.....	14
Taula 5: Mitjanes de temperatures i pluges	15
Taula 6: Propietats i preu dels aïllants seleccionats	22
Taula 7: Materials que pots i que no pots tirar al compostador.....	32
Taula 8: Diferència de preus, consums i classes dels electrodomèstics	61
Taula 9: Comparació de l'aïllament de les parets i els vidres	62
Taula 10: Càlcul de l'energia i la quantitat de plaques que necessitem	64
Taula 11: Resultats dels càlculs sobre l'ús d'energia solar tèrmica a la nostra vivenda	65
Taula 12: Pressupost del sistema de plaques solars tèrmiques per ACS	66
Taula 13: Pressupost del sistema de plaques solars fotovoltaïques per consum elèctric	66
Taula 14: Càlcul de l'energia generada gràcies a les plaques solars fotovoltaïques	67
Taula 15: Resultats dels càlculs per la nostra instal·lació fotovoltaica	68
Taula 16: Diferències de preus totals entre la casa ecològica i la convencional	70
Taula 17: Consum total elèctric de l'habitatge sostenible i la vivenda convencional.....	70
Taula 18: Producció d'energia conjunta entre plaques tèrmiques i fotovoltaïques.....	70
Taula 19: Estalvi elèctric de la casa ecològica	71
Taula 20: Estalvi en L/any comparant la casa ecològica amb la convencional.....	71
Taula 21: Estalvi total d'aigua després de l'aprofitament de l'aigua de la pluja.....	72
Taula 22: Càlcul del preu de l'aigua consumida a la casa ecològica	72
Taula 23: Càlcul del preu de l'aigua consumida en la casa convencional	73
Taula 24: Estalvi d'euros per any tenint en compte estalvis en electricitat i aigua.....	73

1. Introducció

Una casa ecològica és aquella que respecta el medi ambient, és a dir, que no el perjudica. Això inclou no contaminar, consumir poca energia i produir el més lleu impacte mediambiental possible.

El meu l'objectiu principal del meu treball és dissenyar una casa ecològica perfectament adaptada a Palafrugell. A part d'aquesta proposta principal, també pretenc veure si, a més de poder ser una casa sostenible, pot arribar a ser més rentable econòmicament. Així doncs, el que vull demostrar és que una casa que sigui ecològica no té perquè ser més cara que una convencional, ja que tant pot resultar beneficiosa per les persones que hi viuen com per la natura que ens envolta.

Bàsicament, el meu treball s'estructura en tres parts ben diferenciades, a part d'aquesta introducció i les conclusions. A més, també inclou una part pràctica, com és la construcció d'una maqueta del meu disseny final.

La primera part consta de tota la teoria sobre el totes les coses que s'han de tenir en compte alhora de construir una casa ecològica, és a dir: emplaçament, clima, aïllament, arquitectura passiva, aprofitament de l'aigua i d'energies renovables, etc.

Així, el primer pas que faré serà estudiar Palafrugell com a emplaçament de la vivenda. Aquest pas és un dels més importants, ja que un terreny on es situa una casa sostenible ha de tenir una sèrie de requisits indispensables, a més de estar en bon estat.

Tot seguit estudiaré el clima palafrugellenc (vent, pluges, temperatures...). Aquest estudi m'ajudarà a dissenyar una casa el més adaptada possible en aquest clima. Si no es tingués en compte, la vivenda no es podria aprofitar el cent per cent, així que és completament necessari conèixer totes les dades que podem arribar a saber.

Després d'aquests dos estudis em centraré en la teoria en si. Començaré per l'aïllament, explicant en què consisteixen i perquè els seus resultats són tant satisfactoris i fent una classificació entre els tipus d'aïllants, triant-ne un pel disseny de l'habitatge que proposo.

A continuació parlaré sobre l'aprofitament actiu, és a dir, de l'ús d'energies renovables en edificis ecològics. Dins d'aquest tema estudiaré tant els sistemes fotovoltàics com els

tèrmics, a part dels sistemes mini eòlics. També explicaré la diferència entre els circuits connectats a xarxa i els que no, tot això amb molta la informació extreta del Campus d'Estiu de la UPC on vaig realitzar unes pràctiques aquest estiu. També explicaré com aprofitar correctament l'aigua de la pluja, sobretot tenint en compte el benefici econòmic i mediambiental que comporta, i com realitzar un bon compostatge, per tenir una vivenda que és encara més sostenible.

Finalment, per acabar aquesta part teòrica em centraré en la part d'aprofitament actiu o arquitectura bioclimàtica. Aquesta tema és extens i força complex, ja que hi ha molta informació i molts dissenys diferents, però serà el més clar possible, explicant cadascun dels punts essencials que necessita una casa que vol ser ecològica. També explicaré com serà la calefacció de la vivenda, ja que no és el mateix escalfar-la d'una manera o altre, tot parlant de les diferències entre els sistemes més moderns i sostenibles i els més comuns.

A l'última part del treball presentaré un pressupost d'aquesta vivenda ecològica comparant-la amb una vivenda convencional. Parlaré tant sobre els diferents electrodomèstics i les seves qualitats com la rendibilitat d'una instal·lació eòlica al terreny.

Amb tot això, podré arribar a respondre la meua pregunta inicial: Resulta rentable construir una casa ecològica avui en dia? Si així fos, a partir de quan seria rentable?

Un cop hagi pogut respondre les meves preguntes, faré una maqueta de la vivenda a escala. Això ho faré perquè crec que és interessant veure una casa com aquesta a la realitat, ja que és molt més fàcil entendre el seu funcionament si la tens davant teu. No diuen que una imatge val més que mil paraules? Doncs jo crec que una maqueta val més que mil imatges.

2. Emplaçament

En aquest primer apartat es parlarà sobre el tema de l'emplaçament de la vivenda. Aquest és un dels temes més importants, ja que segons on es situa l'habitatge la casa serà més o menys sostenible i confortable.

És molt important fixar-nos en la orientació del Sol en el terreny. Sabem que la majoria del recorregut del Sol és pel sud, així que orientarem la vivenda en aquesta direcció, vigilant que no hi hagi cap turó, arbres o carreteres que ens puguin fer ombra. També hem de recordar que ens interessa tenir gran quantitat de Sol durant l'hivern, però no durant l'estiu, pel que haurem de dissenyar un sistema per solucionar-ho.

També és de gran importància tenir en compte els vents majoritaris de la zona. Sabem que en el Baix Empordà són comuns les fortes tramuntanades, el vent fred de nord que bufa amb gran força. Així doncs, hem d'intentar minimitzar els efectes d'aquest vent, ja que els altres, encara que bufin més sovint, com el migjorn, són vents del sud que ens aportaran temperatures agradables i que no suposaran una gran molèstia.

A part de la il·luminació i del vent també ens hem d'informar tant de la topografia com la geologia del terreny. Com més pla sigui el terreny més fàcil serà la construcció de l'habitatge. També ens hem d'assegurar que el sòl sigui geològicament estable, és a dir, que no hi hagi una gran quantitat d'aigua subterrània en el solar o que existeixin capes freàtiques que puguin afectar estructuralment l'habitatge. També ens hauríem d'assegurar que no hi hagin cables d'alta tensió a la vora o transformadors de la companyia elèctrica, ja que hi ha nombrosos estudis que certifiquen que la presència d'aquestes alteracions electromagnètiques poden arribar a ser perjudicials per la salut.

Com a últim punt, però no el menys important, hem de situar l'edifici en el solar de tal manera que tinguem unes bones vistes. No volem tenir una autovia just davant de la nostra porta, ja que ens interessaria aconseguir una zona el més tranquil·la possible en el solar. Si no és possible canviar l'emplaçament de la casa, sempre podem situar uns arbres que ens faran tant de barrera visual com de barrera acústica. Així doncs, aconseguirem que la nostra casa fos una zona en calma el mig de la tempesta.

3. Estudi climatològic

En aquest apartat em centraré en l'estudi del clima de Palafrugell, en concret de la velocitat i la direcció del vent, la quantitat de precipitacions i la temperatura. ¹

3.1. Velocitat del vent

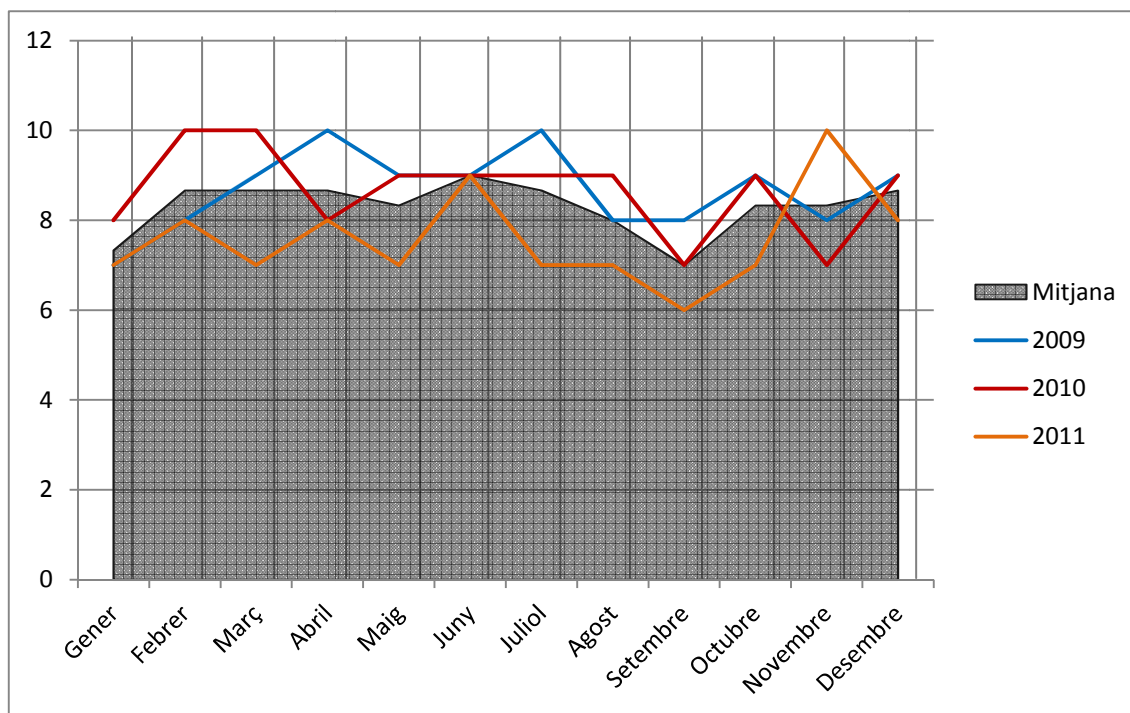


Figura 1: Gràfica de la velocitat mitjana del vent dels anys 2009, 2010 i 2011, juntament amb la mitjana

Velocitat mitjana del vent (Km/h)				
	2009	2010	2011	Mitjana
Gener	7	8	7	7,33
Febrer	8	10	8	8,67
Març	9	10	7	8,67
Abril	10	8	8	8,67
Maig	9	9	7	8,33
Juny	9	9	9	9
Juliol	10	9	7	8,67
Agost	8	9	7	8
Setembre	8	7	6	7
Octubre	9	9	7	8,33
Novembre	8	7	10	8,33
Desembre	9	9	8	8,67

Taula 1: Velocitat mitjana del vent en km/h dels anys 2009, 2010 i 2011, juntament amb una mitjana

¹ Totes les dades obtingues de la web *Meteo Palafrugell* (www.meteopalafrugell.net)

3.2. Direcció del vent

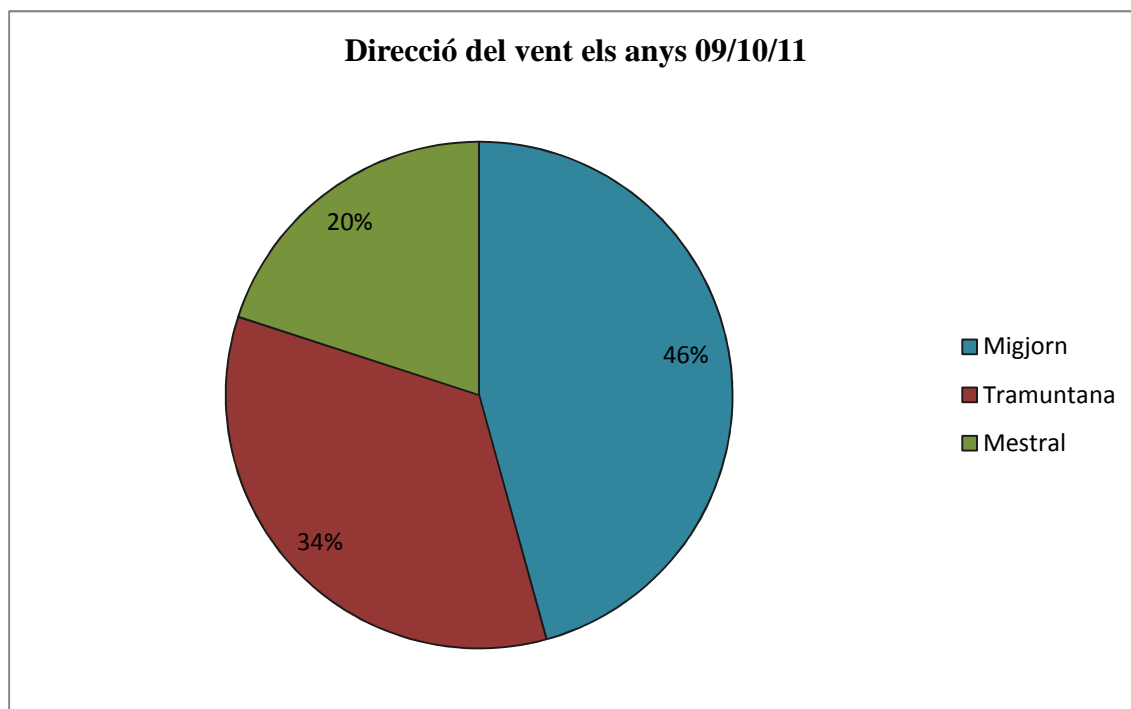


Figura 2: Gràfica de les direccions dels vents (anys 2009, 2010 i 2011)

Direcció del Vent			
	2009	2010	2011
Migjorn	25%	50%	58,3%
Tramuntana	58,3%	16,6%	25%
Mestral	16,6%	33,3%	16,6%

Taula 2: Mitjana de les direccions del vent dels anys 2009, 2010 i 2011

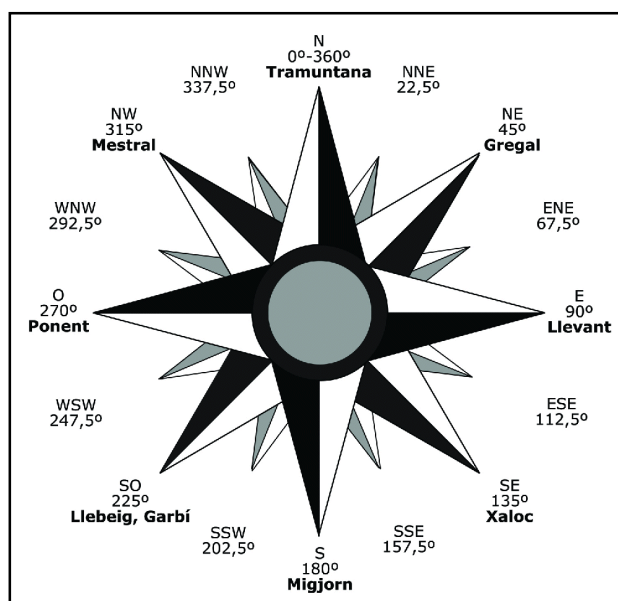


Figura 3: Rosa dels vents on es poden observar tots els vents que podem trobar

3.3. Temperatures mitjanes

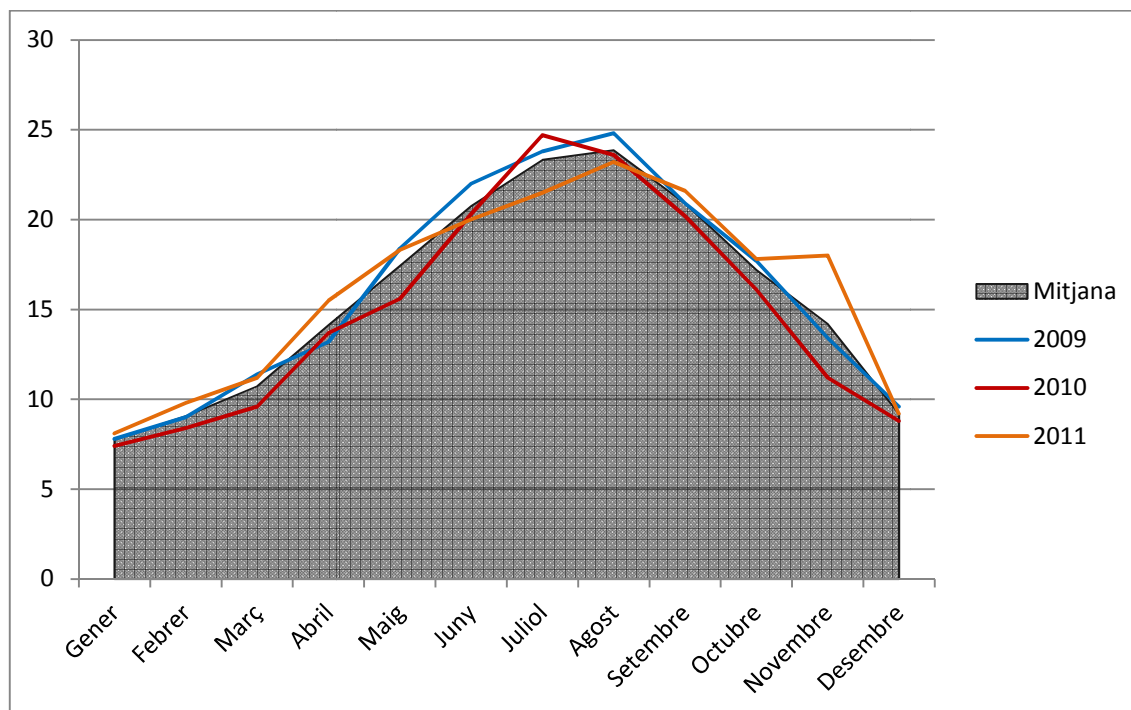


Figura 4: Gràfica de les temperatures mitjanes dels anys 2009, 2010 i 2011, juntament amb una mitjana general

Temperatures mitjanes (°C)				
	2009	2010	2011	Mitjana
Gener	7,8	7,4	8,1	7,77
Febrer	9,0	8,4	9,8	9,07
Març	11,4	9,6	11,2	10,73
Abril	13,2	13,7	15,5	14,13
Maig	18,4	15,6	18,3	17,43
Juny	22,0	20,3	20,0	20,77
Juliol	23,8	24,7	21,5	23,33
Agost	24,8	23,6	23,2	23,87
Setembre	20,9	20,2	21,6	20,90
Octubre	17,7	16,1	17,8	17,20
Novembre	13,4	11,2	18,0	14,20
Desembre	9,6	8,8	9,2	9,20

Taula 3: Temperatures mitjanes en °C dels anys 2009, 2010 i 2011

3.4. Pluges mitjanes

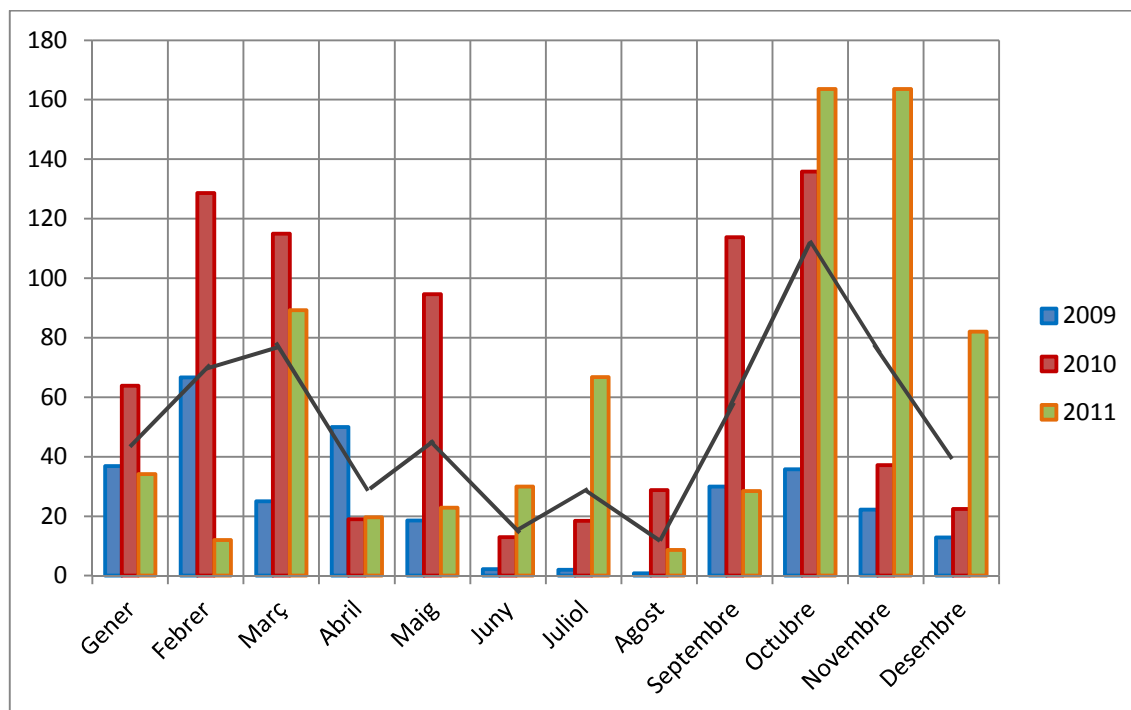


Figura 5: Gràfica de les pluges mitjanes dels anys 2009, 2010 i 2011, juntament amb la mitjana de pluges

Pluges mitjanes (L/m²)				
	2009	2010	2011	Mitjana
Gener	36,8	63,8	34,2	44,93
Febrer	66,6	128,6	12	69,067
Març	25	115	89,2	76,4
Abril	50	19	19,6	29,53
Maig	18,6	94,6	22,8	45,33
Juny	2,2	13	30	15,067
Juliol	2	18,4	66,8	29,077
Agost	0,8	28,8	8,6	12,73
Setembre	30	113,8	28,4	57,4
Octubre	35,8	135,8	163,6	111,73
Novembre	22,2	37,2	163,6	74,33
Desembre	12,8	22,4	82	39,07

Taula 4: Pluges mitjanes dels anys 2009, 2010 i 2011

3.5. Climograma

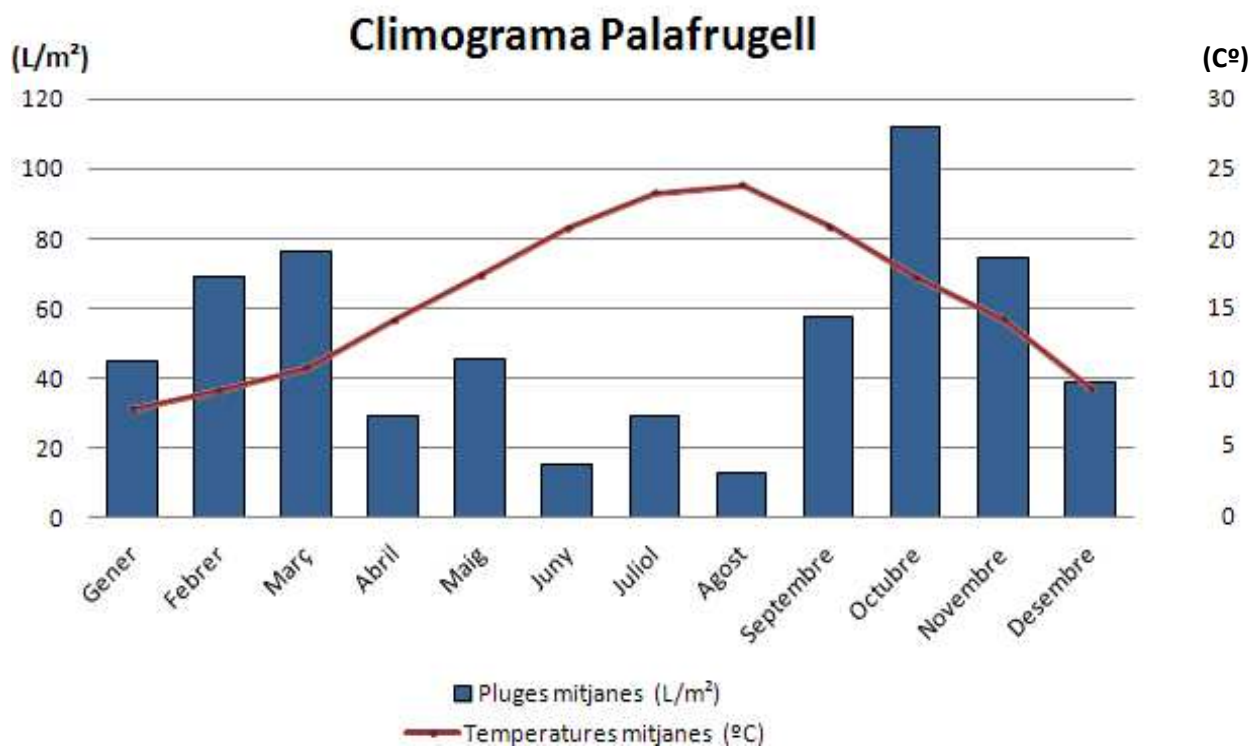


Figura 6: Climograma de Palafrugell amb pluges mitjanes (L/m²) i temperatures mitjanes (°C)

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Cº	7,77	9,07	10,73	14,13	17,43	20,77	23,33	23,87	20,9	17,2	14,2	9,2
L/m²	44,93	69,07	76,4	29,53	45,33	15,07	29,07	12,73	57,4	111,73	74,33	39,07

Taula 5: Dades mitjanes de temperatures i pluges dels anys 2009, 2010 i 2011

3.6. El clima de Palafrugell

Palafrugell té un clima mediterrani litoral, que té com a característica principal la suavitat de les temperatures. Com es pot veure en el climograma (fig. 6) , durant els mesos més freds la temperatura no baixa dels 5°C, fent que glaci molt poques vegades, i durant els mesos d'estiu la temperatura no arriba als 25°C. Això és gràcies a la proximitat del mar, que regula la temperatura. Alhora, fa que hi hagi una forta humitat ambiental (xafogor), sobretot als mesos d'estiu, fent que la sensació de xafogor sigui més alta del que és i arribant als 30°C. El vent que predomina és el migjorn (fig. 2), que prové de mar, i que també afavoreix el control de les temperatures. Tot i això, és normal que hi hagin forces tramuntanades, amb ratxes que arriben als 90km/h. Si parlem de clima mediterrani, estem parlant de pluges irregulars, més abundants a l'hivern i a la tardor, arribant als 120 L/m², mentre que l'estiu és més aviat sec amb forts ruixats de tant en tant.

El clima és una de les característiques fonamentals que s'han d'estudiar de l'emplaçament on es construirà l'habitatge. No podem construir el mateix habitatge en un clima àrtic que en un clima desèrtic, ja que les temperatures, humitats, direcció i velocitat del vent i precipitacions variaran i dificultaria l'habitabilitat de la construcció. Així, un cop estudiat el clima, podem estudiar la millor manera d'aprofitar-lo: aïllament, ventilació, aprofitament actiu i/o passiu, etc.

4. Aïllament

L'aïllament d'un habitatge és la “barrera” que protegeix la construcció de l'exterior. Aquest mur de protecció pot evitar diverses inclemències, però bàsicament hi ha dos tipus d'aïllament: tèrmic i acústic.

4.1. Aïllament tèrmic

Consisteix en incorporar materials que impedeixen el pas de la calor (per conducció, radiació, convecció o canvi d'estat) a les parets, terres, sostres, teulades i finestres, els punts estratègics per on es perd més calor i que és més necessari aïllar. A més, per ser un bon material aïllant, durant l'estiu ha d'impedir que la calor entri dins de l'habitatge i, alhora, impedir que en surti a l'hivern.²

4.1.1. Avantatges:

Si instal·lem un bon aïllament tèrmic a la nostra casa, ens beneficiarem de moltes maneres, sobretot econòmicament:

- Millora la confortabilitat de l'habitatge: S'elimina l'efecte de la “paret freda”.
- Es redueix dràsticament la inversió: Es pot instal·lar menys potència de calefacció i/o refrigeració.
- S'eliminen els efectes de la condensació: S'evita la humitat, tant de les parets com les finestres, i així es disminueix la sensació de fred a l'hivern.
- Hi ha un estalvi econòmic: Disminueix el consum d'energia. Amb un simple canvi de finestres senzilles a finestres de doble vidre es pot estalviar fins a un 20%, i si a més s'aïllen parets, sostres i terres l'estalvi d'energia o consum elèctric pot arribar a ser d'un 70%.³

² A l'hemisferi nord

³ Respecte el que tindria una casa o local sense aïllar

4.1.2. Aïllament tèrmic interior:

No aprofita la massa tèrmica (calor acumulat) dels materials de construcció que formen l'edifici. Es calenta ràpidament si hi ha un focus de calor a l'interior, ja que l'aïllant impedeix que les parets exteriors s'escalfin, quedant tota la calor a l'interior. De la mateixa manera, es refreda ràpidament al apagar-se aquest focus, ja que no disposa de calor acumulat.

Així, un edifici amb una massa tèrmica baixa que tingui un aïllant interior i poca regulació tèrmica pot resultar incòmode: l'energia de la radiació solar que entri per les finestres escalfarà l'habitació ràpidament i fent que s'arribi a temperatures excessivament altes. De la mateixa manera, a les nits d'hivern, farà baixar les temperatures de manera molt ràpida i serà necessari un sistema de calefacció.

Generalment, aquest sistema d'aïllament s'usa en edificis d'ús intermitent, com teatres o vivendes de fi de setmana, els que no resulta rentable escalfar per poques hores o dies de utilització. També es pot usar en climes càlids, on és necessari que, durant la nit, les habitacions tinguin un refredament ràpid. En canvi, es recomana usar aïllant exterior a la cuina i a les sales comunes, per així enrederir l'augment de les temperatures diürnes.

Així, per totes aquestes raons, l'aïllament interior queda descartat pel disseny de la nostra casa ecològica.

4.1.3. Aïllament tèrmic exterior:

És el més indicat per edificis d'ús habitual com una vivenda. Es pot usar en materials de construcció amb una gran inèrcia tèrmica, per així utilitzar-los com condicionadors tèrmics. Es poden usar materials com les ceràmiques amb una certa espessor, ja que s'escalfen i es refreden lentament, irradiant a l'interior de l'edifici el calor que emmagatzemen.

La energia que prové de la radiació solar que entra per les finestres es pot emmagatzemar dins l'aïllament i, així, es podrà cedir a l'ambient quan arribi la nit i els dies ennuvolats. Un bon sistema d'aïllament pot acumular prou calor perquè, al llarg de cinc dies sense rebre radiació solar, la temperatura interior només descendeixi 2° C.

4.2. Aïllament acústic

És un tipus d'aïllament que, com el tèrmic, fa de “barrera”, però en aquest cas dels sorolls. Tant impedeix que les fresses de fora es sentint a l'interior de l'habitatge com que el soroll produït dins la vivenda es puguin arribar a sentir a fora. Aquest aïllant és ideal per les grans ciutats, on es produeix molt de soroll a causa de la gran quantitat de vehicles en circulació. També és usat en estudis de música, per així aconseguir una millor qualitat sonora o no molestar l'altre gent.

4.3. Materials:

Com que hem descartat la instal·lació d'aïllament interior, em centraré en els materials més usats per l'aïllament tèrmic exterior i amb alguna propietat acústica:

4.3.1. Sintètics

- Poliestirè expandit (EPS):

És fàcil i ràpid d'instal·lar i redueix l'efecte dels ponts tèrmics, el risc de condensació i les pèrdues de calor. El seu desavantatge principal, des d'un punt de vista ecològic, és que està catalogat com un dels cinc plàstics més contaminants pel medi ambient.

- Poliestirè extrudit (XPS):

No redueix la superfície útil de l'habitatge, es corregeixen tots els ponts tèrmics, s'eviten fenòmens de condensació i és un material molt lleuger. Els desavantatges són que les planxes no han de quedar exposades a l'aplicació final d'ús, emeten substàncies nocives durant un llarg període de temps i fan de barrera de vapor.

- Poliuretà:

Requereix poc gruix gràcies a la seva alta densitat, presenta una llarga vida útil, és impermeable a l'aigua, no necessita un manteniment concret i és un bon aïllant acústic. El seu desavantatge principal, com totes les escumes de poliuretà és que emet substàncies tòxiques.

4.3.2. Naturals

4.3.2.1. D'origen animal

- Llana d'ovella:

Proporciona tant aïllament acústic com tèrmic i té una gran capacitat de regulació higromètrica (regula perfectament la humitat, n'absorbeix quan n'hi ha en excés i n'expulsa quan l'ambient és sec). Un cop tractada no és atacada per insectes i és completament biodegradable.

- Plomes d'au:

És un aïllant poc conegut al nostre país, però és un excel·lent aïllant tèrmic i acústic a més de regular la humitat. Està format per 70% de plomes d'ànec, un 20% de fibres tèxtils termofusibles i un 10% de llana higienitzada.

4.3.2.2. D'origen mineral:

- Llana mineral:

És un molt bon aïllant tèrmic i sonor, requereix poc gruix i és natural (prové de roques volcàniques). El seu principal inconvenient és que, si no està ben tractat o aïllat, pot despendre microfibrilles que es poden inhalar i causar irritacions o malalties pulmonars.

- Vidre cel·lular:

Prové de vidre reciclat i forma barrera de vapor i combina l'aïllament tèrmic i l'acústic amb la impermeabilització. Té una gran resistència mecànica, però no es molt difícil de dissoldre tant químicament com orgànicament, pel que resulta costosa la seva eliminació. A més, pot despendre microfibrilles perjudicials per l'organisme.

- Argila expandida:

Prové de la ceràmica portada al punt de fusió i expandida i tant proporciona un aïllament acústic com un aïllament tèrmic. És un aïllant resistent al foc, totalment natural, lleuger i estable davant els atacs químics i les gelades.

4.3.2.3. D'origen vegetal:

- Suro natural:

Es pot utilitzar en panells de suro expandit o solt i triturat en càmeres d'aire i fins i tot en blocs ceràmics. És un molt bon aïllant tèrmic i també acústic, a més de ser un producte totalment natural i de la nostra terra.

- Fibres de cel·lulosa:

Provenen del paper reciclat i porten un tractament de mineralització amb sals de bòrax per resistir el foc i l'atac dels insectes, sent un bon aïllant tèrmic i que no requereix manteniment.

- Fibres de cànem:

Ens proporciona aïllament tèrmic i si es tracta amb mineralització també ens protegeix del foc. També és un bon regulador de la humitat, permeable al vapor d'aigua i un bon aïllant acústic. No és comestible ni pels insectes ni pels petits rosegadors, per la qual cosa no cal un tractament específic.

- Fibres de lli:

És un bon aïllant tèrmic i bon regulador de la humitat i amb forta resistència mecànica. Tot i això, no se'n recomana l'ús en ambients amb forta humitat.

- Fibra de fusta:

Està format per panells fets a partir de fustes resinoses. Són bons condicionadors acústics i resistents al foc. El seu ús està indicat per sostres i per evitar ponts tèrmics en finestres.

Descartarem els aïllants sintètics i ens centrarem en els aïllants naturals, ja que són molt més ecològics i provenen de materials reciclats o totalment naturals. D'aquests, deixarem de banda les llanes minerals i el vidre cel·lular, ja que poden causar problemes de salut, les plomes d'ocell, tenen un preu excessiu, les fibres de lli i les fibres de cel·lulosa pel seu comportament davant la humitat i la fibra de fusta ja que el seu ús és bàsicament per sostres.

Així doncs, estudiarem les seves qualitats amb més profunditat:

	Llana d'ovella	Argila expandida	Suro natural	Fibres de cànem
Conductivitat tèrmica (W/m°C)	0,040	0'099	0,050	0,040
Densitat (Kg/m³)	13,5	325-750	60	25
Resistència al foc	Sí	Sí	Sí	Sí
Regulació higromètrica	Sí	Sí	Sí	Sí
Permeabilitat al vapor d'aigua	1 a 2	1	2 a 6	1 a 2
Preu (€/m²)	6,95	17,88	11,86	8,25
Aïllant acústic	Sí	Sí	Sí	Sí

Taula 6: Propietats i preu dels aïllants seleccionats

Com es pot apreciar a la taula anterior, la majoria d'aquests aïllants tenen tots bones propietats. En un principi descartaríem el suro natural i les fibres de cànem, ja que tot i que compleixen tots els nostres requisits, el preu és poc assequible.

Així doncs, ara estaríem entre la llana d'ovella i l'argila expandida. Tot i ser materials de constitucions molt diferents (densitat, massa, origen...) tenen unes característiques força semblants. Finalment escollirem la llana d'ovella, ja que no necessita tant gruix com l'argila expandida i és més fàcil d'usar. A més, al no ser de tipus massís, ens pot ajudar a recobrir millor les parets exteriors.

Per suposat, aquest aïllament ha d'anar acompanyat d'algun material estructural. El que s'acostuma a utilitzar és el maó, que pot ser de diversos tipus segons el percentatge de buit que hi ha en el total de volum aparent: el massís, també anomenat totxo, el calat i el foradat. Nosaltres utilitzarem el massís, ja que ens proporcionarà un millor aïllament tant acústic com tèrmic per la seva gran massa i gruix.

Com es pot veure a la fig. 7, es poden distingir quatre parts en la paret exterior: La part exterior està formada per un maó massís, seguit d'una cambra d'aire. Aquesta cambra ens ajudarà tant a aïllar com a ventilar la llana, i així evitar possibles humitats. Tot seguit hi hauria la llana d'ovella com a aïllant tèrmic i acústic i, enganxats a la llana, els maons interiors. Aquest tipus de maons no necessiten cap tipus de cobriment especial, així que es podrien pintar directament, estalviant-nos un altre recobriment.

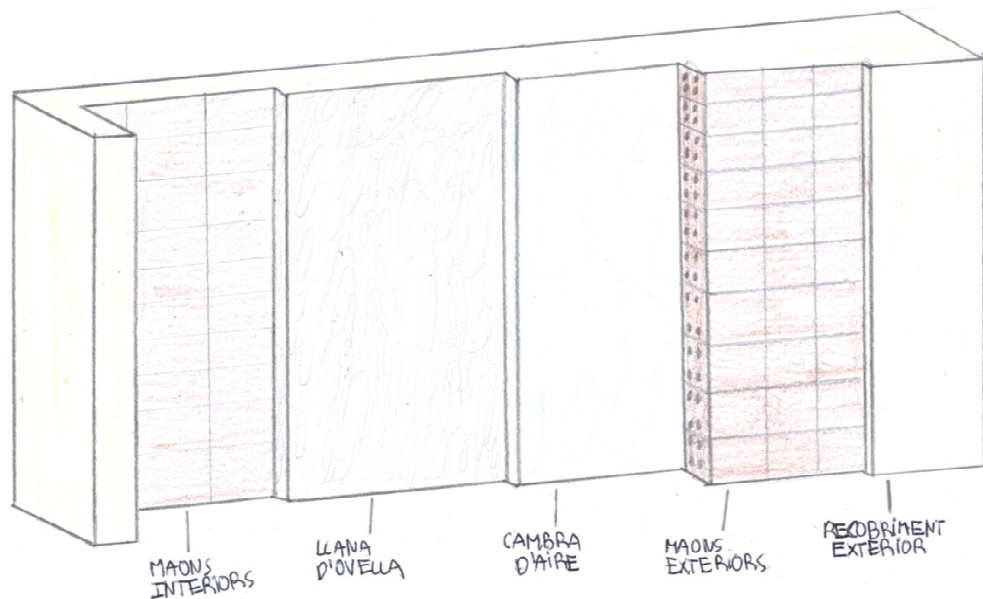


Figura 7: Esquema de com estan formats els murs exteriors, amb marró els maó massís, amb blau clar la cambra d'aire, i amb gris la llana d'ovella

5. Aprofitament actiu

Definirem l'aprofitament actiu d'un habitatge com els mètodes pel qual la vivenda és capaç d'obtenir energia elèctrica o calorífica a partir de mecanismes anteriorment instal·lats, com poden ser plaques solars fotovoltaïques, un motor de combustió o un petit aerogenerador.

Aquests mecanismes poden estar basats tant en energia renovable, com energia eòlica, com no renovable, com pot ser un motor de gasoil. Ens centrarem en els basats en energia renovable, ja que la nostra vivenda ha de ser neta pel medi ambient.

Així doncs, podem dividir l'aprofitament actiu en energia solar fotovoltaica, energia solar tèrmica i energia eòlica. Les altres energies renovables queden descartades, ja que, o no s'adapten bé al medi de Palafrugell, o requereixen de grans instal·lacions.

5.1. Energia solar fotovoltaica

Es denomina energia solar fotovoltaica a una forma d'obtenció d'energia elèctrica a partir de radiació solar i a través de panells fotovoltaics.

Els panells, cèl·lules o col·lectors fotovoltaics estan formats per dispositius semiconductors, normalment silici, que al rebre la radiació solar, reaccionen energèticament i provoquen salts en els electrons (fig.8).



Figura 8: Imatge d'una cèl·lula fotovoltaica

De materials semiconductors per les plaques solars fotovoltaïques n'hi ha de molts tipus. Els més usats són:

- Tecnologies basades en el silici amorf (barata, poc eficient)
- Tecnologies basades en el silici cristal·lí (els més usats)
 - Silici monocristal·lí
 - Silici policristal·lí

- Tecnologies de capa fina (flexible, s'espera que el seu ús augmenti)
- Tecnologies de concentració (les més eficients tot i que encara no es comercialitzen)
 - Arsenur de Gal·li
- Tecnologies emergents (molta investigació al respecte)
 - Cèl·lules solars orgàniques
 - Cèl·lules termofotovoltaïques



Figura 9: Diferents tipus de panells fotovoltaics. D'esquerra a dreta: policristal·lí, monocristal·lí i amorf

L'energia que surt de les plaques solars és electricitat en corrent continu. Aquest tipus de corrent és el que s'usa en bateries i piles, pel que és possible emmagatzemar l'electricitat obtinguda en bateries directament des de les plaques solars. Tot i aquest avantatge, haurem d'instal·lar un inversor per convertir el corrent continu (CC) en corrent altern (CA) que és el que s'usa en la majoria d'electrodomèstics de la casa i el tipus de corrent pel que està adequada la instal·lació.

L'esquema de la instal·lació canviarà segons si volem instal·lar aquest sistema fotovoltaic en una casa aïllada (sistema aïllat) on les plaques ens subministren directament energia i així poder ser autosuficients, o tenir una instal·lació connectada a la xarxa

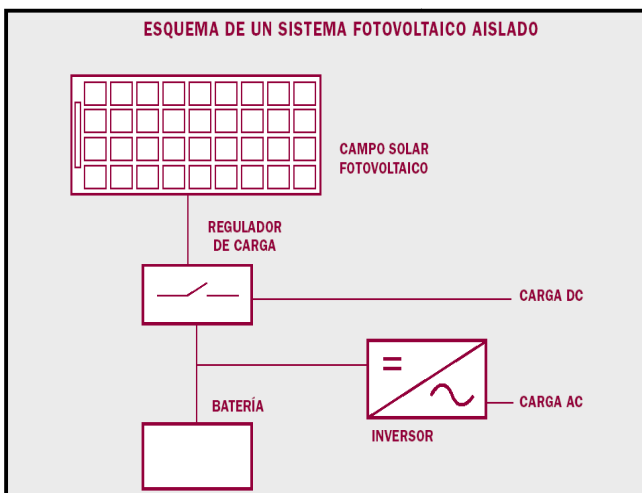


Figura 11: Esquema del sistema fotovoltaic aïllat

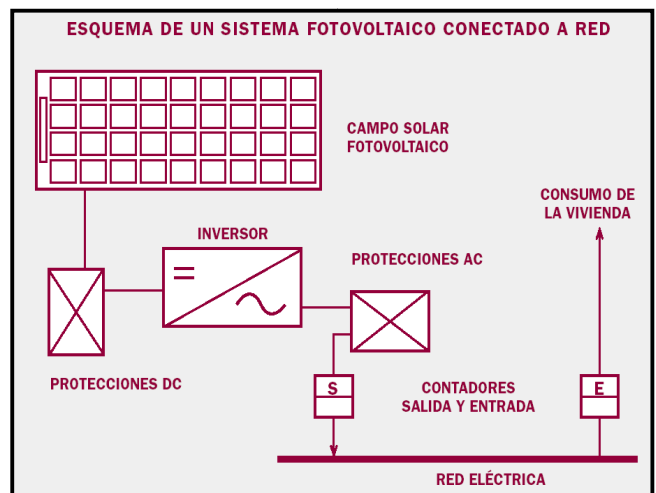


Figura 10: Esquema del sistema fotovoltaic connectat a xarxa

Com es pot veure, el sistema aïllat és força senzill (fig. 11). Consta d'un regulador de carga, que assegura que no hi hagin pujades de tensió, actua com a interruptor i evita que els electrons "tornin enrere". D'aquí s'emmagatzema l'electricitat en una bateria i després es converteix en corrent altern mitjançant un inversor.

En canvi, el sistema connectat a la xarxa (fig. 10) no consta de bateries, ja que s'usa tota l'electricitat produïda als panells i no hi ha necessitat d'emmagatzemar-la, tot i que també s'hi poden instal·lar. Trobem proteccions tant del tipus DC (*direct current* o corrent continu) com AC (*altern current* o corrent altern), que serveixen per evitar que l'electricitat canviï de sentit i sobrecarregui els circuits de la placa solar. També consta de comptadors de sortida i entrada, que calculen la quantitat d'electricitat que aportes a la xarxa elèctrica.

Pel nostre habitatge utilitzarem el sistema connectat a la xarxa perquè ja tindrem electricitat de per si, pel que ens interessa poder subministrar electricitat a la xarxa per estalviar diners en la factura d'electricitat.

Els avantatges d'usar aquest tipus d'energia és que estem aconseguint generar electricitat a partir d'una energia neta i inesgotable com és la llum del Sol. Els principals desavantatges són que té un alt cost i un baix rendiment, pel que pot costar recuperar els diners invertits. A més, és una energia estocàstica, és a dir, depèn del clima. Es calcula que en un dia solejat la irradiància solar⁴ és d'uns 1000W/m², però sempre variant segons la quantitat de llum i la temperatura, ja que com més calentes estiguin les plaques solars, menys electricitat convertiran.

⁴ Energia que arriba a la terra per metre quadrat.

5.2. Energia solar tèrmica

És el tipus d'energia que s'obté a partir de l'energia en forma de calor generada pel Sol. Aquesta energia pot utilitzar-se de manera calorífica o transformar-se en electricitat.

Hi ha diversos tipus de conversors tèrmics, que es poden classificar en tres classes:

- Baixa temperatura: Serveixen únicament per escalfar aigua.
- Mitja temperatura: S'utilitzen per escalfar aigua i produir electricitat.
- Alta temperatura: S'usen per produir electricitat i escalfar aigua.

El tipus de conversor que s'instal·la en un habitatge és el de baixa temperatura, és a dir, s'usa per produir aigua calenta sanitària.

Els panells s'instal·len en les teulades de les vivendes i s'anomenen panells solars tèrmics o col·lectors de capa plana. Poden ser protegits o no protegits, encara que els més usats són els protegits per tenir un rendiment més elevat.



Figura 12: Plaques solars tèrmiques no protegides (esquerra) i protegides (dreta)

Aquests panells escalfen l'aigua fins a una temperatura de 50°C, amb un rendiment aproximant del 80%. Així doncs, aprofita millor l'energia solar que les plaques solars fotovoltaïques, fent que sigui una molt bona alternativa a aquestes.

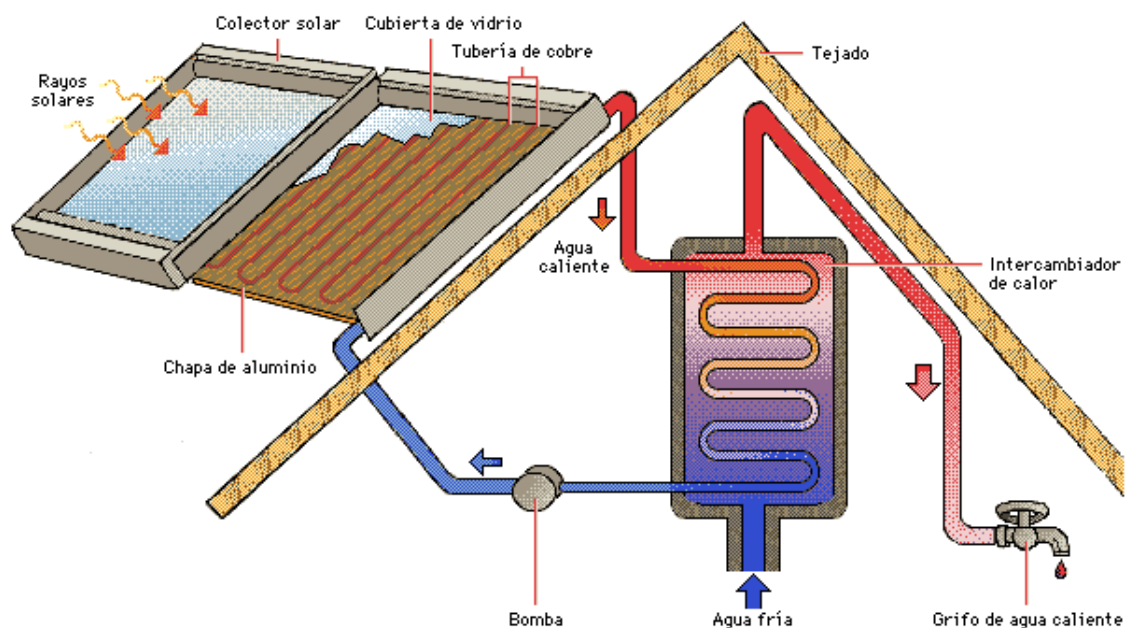


Figura 13: Esquema del funcionament del sistema d'ACS⁵ amb plaques solars tèrmiques

El seu funcionament és simple però altament eficaç (fig. 13):

Els raigs solars penetren al col·lector a través de la coberta de vidre de la placa (panell protegit). Els raigs es queden atrapats entre el vidre i les canonades de coure de la placa gràcies a l'efecte hivernacle, que impedeix que la majoria de rajos surtin un altre cop a l'exterior, fent que el coure s'escalfi encara més. Aquest sistema consta de dos circuits d'aigua individuals, un específic per la placa i un altra per la resta de la casa. Per unes canonades circula un líquid fred, normalment aigua, que al passar per la placa es calenta ràpidament i seguidament passa per l'intercanviador de calor. En aquest intercanviador es produeix l'intercanvi de calor entre l'aigua calenta del circuit de la placa i l'aigua freda del circuit de la casa. Aquesta aigua freda es calenta pel contacte amb les canonades calentes i surt per la part superior a través de canonades. Així es produeix un cicle continu, on l'aigua del circuit de la placa no es deixa de refredar i escalfar contínuament, igual que l'aigua del circuit de la casa.

⁵ Inicials d'Aigua Calenta Sanitària

5.3. Energia eòlica:

L'energia eòlica és l'energia que es pot obtenir a partir del vent, el moviment d'aire present en l'atmosfera. Aquest moviment és causat pels canvis de temperatura de l'aire, on l'aire calent puja i el fred baixa, provocant canvis de pressions i moviments en l'atmosfera. Aquests canvis de temperatura són provocats pels rajos solars. Així doncs, podem dir que l'energia eòlica és una altra manera d'aprofitar l'energia del Sol.

Des de temps antics, els humans hem aprofitat l'energia del vent gràcies a molins i fins i tot l'hem usat per moure els nostres vaixells de vela. En l'actualitat, aquest ús és cada cop menys important, i ha deixat lloc a la producció d'electricitat gràcies als aerogeneradors.

Aquests aerogeneradors es poden classificar segons el nombre de pales, si el seu eix és horitzontal o vertical i segons on estan situats:

Segons el nombre de pales distingim bàsicament el tripala, que consta de tres pales, i el multipala (fig. 14), també anomenat aeromotor, que consta d'un nombre força elevat de pales. També hi ha aerogeneradors de dos, quatre, cinc... pales però són poc utilitzats. L'ús del tripala es centra en produir electricitat, el que nosaltres busquem. En canvi, el multipala s'usa més per el bombeig d'aigua en zones aïllades.



Figura 14: Imatges d'un aeromotor multipala (esquerra) i un aerogenerador tripala (dreta)

Els aerogeneradors més comuns són els d'eix horitzontal (fig. 15). El seu eix de rotació és paral·lel al terra i només aprofiten la força de sustentació de l'aire que passa a través de les seves pales. A més, s'han d'orientar correctament per aprofitar correctament el vent. Així doncs, incorporen un mecanisme que els permeti orientar-se automàticament, com pot ser un panell en el cas dels multipales, un sistema electrònic en els tripala (més orientats a produir electricitat en grans quantitats en parcs eòlics).



Figura 15: Aerogenerador tripala d'eix horitzontal

Els altres aerogeneradors són els d'eix vertical. Aquests són menys comuns, però són amb els que més s'està investigant actualment i amb el que es veuen més possibilitats de generació d'electricitat en el futur. El seu eix és perpendicular al terra i aprofiten tant la força de sustentació del vent com la seva força d'arrossegament. Són omnidireccionals, pel que no necessiten cap mena de sistema per orientar-se i són fàcils de construir. El seu inconvenient principal és que necessiten més superfície per produir la mateixa electricitat que un generador d'eix horitzontal.

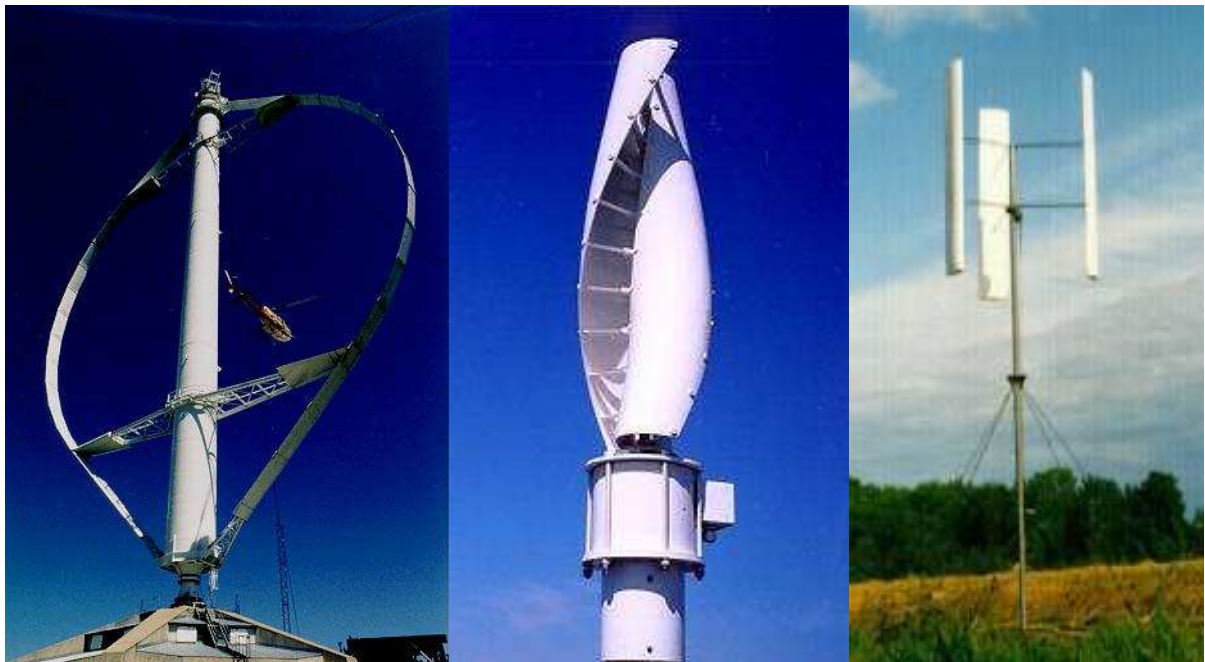


Figura 16: Aerogeneradors d'eix vertical de diversos tipus. D'esquerra a dreta: *Darrieus*, *Giromill* i *Windside*

L'última distinció és segons si els aerogeneradors estan situat en terra ferma (*on-shore*) o en el mar (*off-shore*). Els més habituals són els situats a terra, encara que s'estan investigant molt sobre els aerogeneradors al mar, ja que presenten més avantatges, com un vent més fort, direccional i constant que no pas els que estan situats en terra ferma.



Figura 17: Parcs eòlics *on-shore* (esquerra) i *off-shore* (dreta)

Bàsicament, es distingeixen quatre parts fonamentals en un aerogenerador (fig. 18 i 19):

- Cimentació: Base de la torre per sostenir l'aerogenerador.
 - Torre: Columna principal que aguanta la resta de l'estructura.
 - Gòndola: És on es troben tots els components mecànics i electrònics.
1. Acoblament o eix de baixa velocitat: transporta el moviment de rotació en baixa velocitat fins al multiplicador.
 2. Multiplicador: Transmissió que augmenta la velocitat de gir de l'eix.
 3. Eix motriu o d'alta velocitat: Fa girar el rotor del generador a alta velocitat.
 4. Generador: Transforma l'energia mecànica de rotació en energia elèctrica alterna.
 5. Conductors: Transporten l'electricitat.
- Aspes o rotor: Part de l'aerogenerador que gira degut a la força del vent.



Figura 18: Esquema d'un aerogenerador

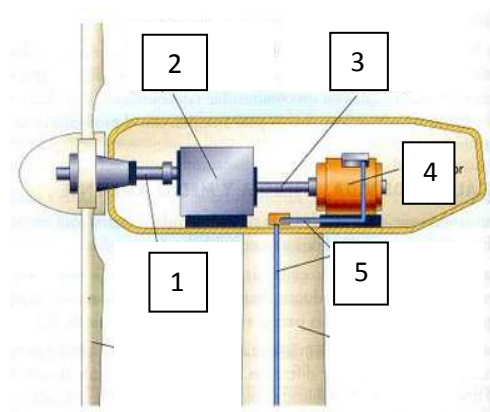


Figura 19: Esquema de l'interior d'un aerogenerador

6. Compostatge:

Encara que no sigui el tipus més corrent d' "aprofitament actiu", el compostatge ens permet estalviar-nos força diners en qüestió d'adobs.

Així doncs, el compostatge bàsicament es tracta de reciclar la matèria orgànica que produïm en la nostra llar, mitjançant un compostador, per produir adob natural. Tot i això, no es pot afegir qualsevol tipus de material:

Compostable		No compostable
Cuina	Jardí	Peix, carn i ossos
Restes de fruita i verdura	Gespa	Excrements d'animals domèstics
Closques d'ou (triturades)	Flors, fulles i plantes verdes o seques	Qualsevol material no orgànic
Iogurts, llet i formatge	Restes de poda (triturada)	Closques de mol·luscs
Suc de fruita	Cendra i serradures	Restes de pols i brutícia
Restes de cafè i bossetes d'infusió	Restes de l'hort	Restes de tabac
Oli i vinagre	Excrements d'animals de granja (si no prenen antibiòtics)	Cendres o serradures d'aglomerats o tractats
Taps de suro		Plantes o fruits malalts
Cartró dels ous		
Paper de cuina		
Paper (sense tinta de color)		

Taula 7: Materials que pots i que no pots tirar al compostador

A part de dividir els materials segons si són de cuina o de jardí s'acostumen a dividir segons si són humits o secs. Els humits són totes les restes de la cuina i les coses “verdes” com la gespa. Les seques són els materials “marrons” com les fulles seques, branques, serradures o pinassa.

S'ha de procurar que les dos tipus de restes estiguin equilibrades, ja que sinó podem tenir problemes, com que faci mala olor i que produeixi lixiviats (si hi ha massa humitat) o que no es produeixi la descomposició (si és massa sec). Per evitar això, hem de controlar la humitat del compostador i també la quantitat de cada resta que hi deixem. Així, estaria bé que guardéssim una part de matèria seca, sobretot per l'estiu, quan és més escassa. A més, és necessari barrejar el compost (la part de dalt) almenys un cop per setmana perquè s'aïregi. Si tot es fa correctament, no farà cap tipus de pudor, el contrari, farà olor a bosc humit.

També s'ha de procurar que el compostador estigui ben situat. La millor posició seria en el jardí, on estigui en contacte amb la terra, i en un lloc on no faci ni molta ombra ni molt sol. L'ideal seria que estigués sota un arbre de fulla caduca, perquè li toqués el Sol durant l'hivern i l'ombra durant l'estiu. Si durant aquesta estació el compost es seca massa, sempre es pot regar una mica perquè recuperi humitat.

Finalment, sabrem que el compostatge està acabat quan sigui una mescla homogènia, consistent i d'un color marró fosc – negre. Ara ja es pot aplicar al terra on es vol sembrar, a plantes que estiguin ja creixent o a arbres fruiters sense cap risc, ja que és un adob completament natural.



Figura 20: El compostatge ajuda a reutilitzar gran part de la matèria orgànica que tiraríem a rebuig

7. Aprofitament de l'aigua:

A nivell nacional hi ha prou pluja per subministrar aigua potable a tot al món, encara que per suposat els centres de població no es situen obligatòriament en les zones més humides del país. Sabent això i que que són sistemes senzills d'instal·lar, val la pena intentar-ho.

L'aigua que es reculli dependrà de la zona on estiguis, de la humitat i de la quantitat de pluges, i de la superfície de captació, que tant pot ser la coberta com cisternes al jardí.

Aquesta aigua es pot usar tant per regar el jardí i netejar el cotxe, rentar els plats, rentar la roba, com a higiene personal i per el wàter.

Per aprofitar-la totalment s'ha de dissenyar un bon sistema de recol·lecció de pluja. El millor, i el que s'acostuma a fer, és utilitzar les canalitzacions d'aigua, però en comptes d'evacuar-la a l'exterior, dirigir-la a una cisterna per després aprofitar-la. Tot i això, es calcula que un 10% de l'aigua recol·lectada es perd pel camí, ja sigui per petites fuites o per l'acció dels diversos filtres instal·lats per la purificació i neteja de l'aigua.

El filtratge és essencial, ja que també volem que l'aigua estigui el més neta possible. Així, amb una simple reixeta aconseguirem que arribin el mínim de fulles i brossa en general a la cisterna. Tot i això, amb una reixeta contra l'entrada de fulles no en fem prou, ja que hem de filtrar l'aigua més profundament. Per això, un dels sistemes ecològics més utilitzats és el del filtratge per gruixos.

Aquest sistema consisteix en fer passar l'aigua per una tipus de dipòsit organitzat per capes. A la primera capa s'hi poden còdols i grava. Seguidament trobem sorra i una làmina de cotó, carbó vegetal (rentat), una última capa de grava i una tela. Amb aquest sistema aconseguim purificar l'aigua de la pluja, podent-la utilitzar per dutxar-nos o com aigua d'aixeta.

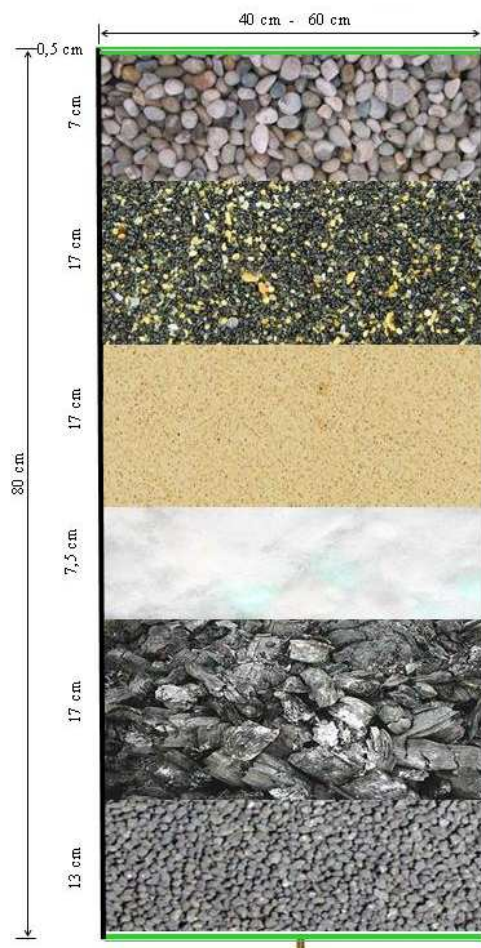


Figura 21: Esquema del sistema de filtratge per gruixos. De dalt a baix: tela, còdols, grava, sorra, cotó, carbó vegetal, grava i tela

8. Aprofitament passiu: Arquitectura bioclimàtica

L'arquitectura bioclimàtica és aquella en la qual el disseny dels edificis afavoreixen la disminució d'impactes ambientals, aconseguint-ho gràcies a que es redueix el consum d'energia tenint en compte conceptes com l'orientació, el clima, el Sol, l'orientació de vents dominants, l'ús de materials menys contaminants i més pròxims al lloc de construcció, etc.

El seu objectiu principal és que s'afavoreixi que l'edificació s'escalfi a l'hivern i es refredi a l'estiu de forma natural, és a dir, mitjançant el disseny arquitectònic de l'edifici, les propietats dels elements constructius, etc. per tal d'evitar la necessitat d'usar mecanismes externs com aire condicionat, estufes, ventiladors... Encara que es poden usar com a reforç. Tot això produeix un gran estalvi energètic, arribant a la sostenibilitat.

8.1. Control de la calor

El primer pas a fer és controlar que la calor no entri ni surti de qualsevol manera. És perfectament controlable quan tens els aïllants i els mètodes necessaris, pel que podràs evitar que la calor s'escapi durant l'hivern i que penetri a la vivenda durant l'estiu (fig. 22).

Principalment, les formes que té la calor per entrar a l'habitatge són:

- Captació solar passiva de la radiació solar en forma de llum a través de murs, parets i sobretot finestres i hivernacles.
- Aportació de calor a causa de les persones que es troben dins. Aquesta aportació és directament proporcional al nombre de persones que hi ha, per això es fa notar més en edificis públics amb un gran nombre de gent a l'interior.

En canvi, les pèrdues de calor es produeixen bàsicament per raons com:

- Existència d'un aïllament inadequat o inexistent als murs de la casa, cosa que fa que la calor pugui escapar-se sense cap dificultat.
- Una mala ventilació que produeix que l'aire calent s'escapi i que entri l'aire fred.
- Un disseny on hi ha una gran part de la superfície de l'habitatge que està en contacte amb l'exterior, fent que hi hagi masses transmissions de calor.

Aquestes pèrdues de calor s'han d'evitar, ja que a l'hivern s'escaparia tot l'aire calent de la casa fent-la poc confortable. Hi ha moltes maneres d'evitar-ho:

- Aïllar correctament els ponts tèrmics, és a dir, els punts per on s'escapa la calor, generalment elements estructurals d'un material conductor de la calor, separant la part exterior de la part interior.
- Utilitzar finestres amb doble vidre, ja que contenen gas entre les dos superfícies (normalment aire) que impedeix que es transmeti la calor.
- Evitar els corrents d'aire indesitjats (més ampliat en el tema dedicat a la ventilació natural).
- Dissenyar correctament les superfícies en contacte amb l'exterior, fent que el vent, sobretot del nord, pugui passar perfectament. Això s'aconsegueix corbant o inclinant la teulada segons d'on vinguin aquests corrents d'aire.

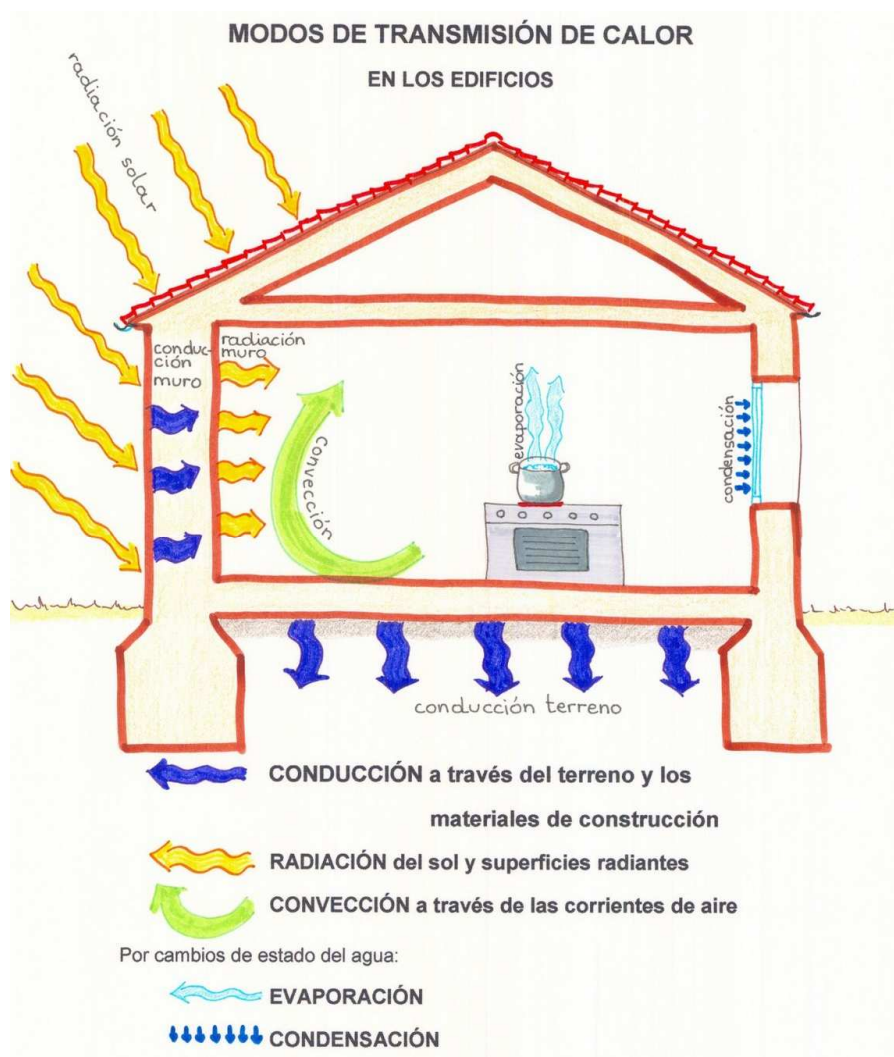


Figura 22: Maneres de perdre i guanyar calor en una casa

8.2. Elements captadors passius

Els elements captadors són aquells materials, la majoria estructurals, que de manera indirecta ajuden al confort de la vivenda. Són elements que un cop els rajos solars incideixen en ells, acumulen calor durant el dia i el van cedint lentament a l'interior de l'habitatge.

8.2.1. Elements captadors estructurals

Són elements captadors basats en l'aprofitament de la radiació solar a través dels elements estructurals, com parets o terres. La majoria són construïts amb pedra, totxos o formigó, ja que són materials amb gran massa, que ajuda a controlar les diferències de temperatura a l'interior. Alguns d'aquests elements són:

- Coberta d'inèrcia tèrmica: Està basat en que els elements de més massa esmorteixen més els canvis de temperatura, ja que es basen en acumular calor i cedir-lo de forma lenta i continuada, ja que costa escalfar-los i refredar-los degut a la seva gran massa. Aquest fet s'utilitza en la coberta com un gran element estructural que regula la temperatura basant-se en la gran massa de la teulada.
- Inèrcia tèrmica interior: Es basa en el mateix mètode que l'anterior, però aplicat als murs i terres interiors. Aquests absorbeixen la calor que entra pels finestrals i la deixen anar lentament. Això si, s'han de repartir bé per la vivenda, ja que sinó tindríem excessos de calor en algunes sales, i també s'han de situar prop de finestrals per rebre prou radiació solar per poder escalfar-se per si soles.
- Mur Trombe (fig.23): És un mur de gran massa tèrmica construït amb elements com formigó, totxos o pedra. Es situa a la cara sud de la vivenda, per on entra la majoria de radiació solar, ja que així és més aprofitable. El seu funcionament es basa en l'efecte hivernacle. Es situa un element, com un finestral, a la cara sud de l'habitatge, i uns centímetres més enllà

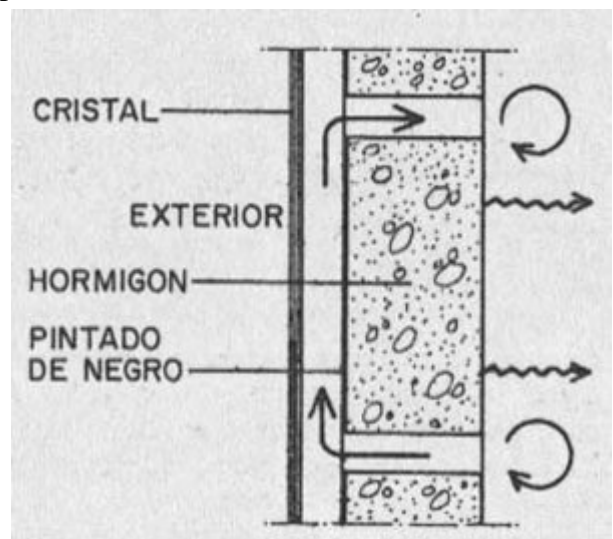


Figura 23: Esquema del funcionament del Mur Trombe

el mur de gran gruix. Aquest mur té unes obertures tant a la part superior com en la part inferior. Per la part de sota entra l'aire fred, que va a parar a la càmera que hi ha entre les finestres i el mur. Allà s'escalfa per l'efecte hivernacle, és a dir, la radiació solar penetra el vidre, però una part d'aquesta ja no pot sortir, ja que ara és radiació infraroja, que no pot travessar el vidre. Aquesta radiació escalfa tant l'aire de la cambra com el mur en si. Així, l'aire fred que entra per a baix es calenta i surt per les obertures de la part superior. A més, durant la nit, la calor acumulada en el mur es desprèn, escalfant l'habitatge de forma sostenible.

8.2.2. Elements captadors afegits

Són elements que actuen igual que els elements captadors estructurals, captant i acumulant la radiació solar però que no formen ben bé part de l'estructura de la vivenda. La majoria estan formats a base d'aigua o altres líquids, que actuen igual que elements com formigó.

- Coberta d'aigua (fig.24): Funciona de manera similar que la coberta d'inèrcia tèrmica, però amb aigua. Es situen uns bidons o sacs de plàstic plens d'aigua en el teulat de l'edifici, que preferentment hauria d'estar pintant de color negre, i si fos possible, amb una capa de vidre que protegís els sacs o bidons. Aquests acumularan calor durant el dia i el cediran a l'interior durant la nit. Durant l'estiu es poden deixar els bidons destapats, així es refreden durant la nit i mantenen fresc l'habitatge durant el dia



Figura 24: Esquema del funcionament d'una coberta d'aigua

- Mur d'aigua: Aquest mur funciona igual que el mur Trombe, però està format per uns dipòsits en forma de cilindre amb aigua a l'interior. Aquests s'escalfen i cedeixen la calor a l'interior, però s'ha de deixar un espai entre ells, ja que s'ha d'afavorir les corrents de convecció.

8.3. Ventilació natural

Es pot definir la ventilació com renovar o moure l'aire d'una zona, fent-la més fresca o calenta segons el que es vulgui. Aquesta ventilació pot ser natural, és a dir, la que s'obté sense usar cap dispositiu mecànic i que es dona per si sola, o forçada, la que requereix un sistema de ventilació mecànic.

Els sistemes de ventilació poden representar entre el 20 i el 60% del cost energètic, en especial en habitatges mal dissenyats. Precisament per això ens centrarem en la ventilació natural, que s'aprofita dels canvis en pressions i temperatures de l'aire que circula per l'habitatge. Gràcies a aquesta renovació ens assegurem que l'aire que respirem és net i pur.

És recomanable evacuar l'aire calent de les zones exposades al sol (part sud) cap a la part freda (part nord), tenint en compte que l'aire calent té menys densitat, el contrari de l'aire fred, fent que quan l'aire s'escalfa s'elevi, i quan es refreda descendeixi, tot canviant pressions.

8.3.1. Captació de l'aire

L'aire pot entrar a la casa de moltes maneres diferents. Les més usades són:

- Reixetes: quan hi ha una brisa constant que prové d'una mateixa direcció.
- Finestres: Poden ser de molts tipus, com les que porten aletes de vidre mòbil, que permeten la circulació de l'aire.
- Captació subterrània: Aprofita la temperatura del subsòl, calent durant l'hivern i fred durant l'estiu, per passar l'aire a través d'uns tubs. Aquest tubs capten l'aire de l'exterior i el porten fins a l'habitatge.
- Captadors de torre: Són els que estan situats a la part alta de l'edifici. Poden estar dissenyats per vents que venen d'una sola direcció o per brises multidireccionals.

8.3.2. Ventilació de la vivenda

Hi ha molts tipus diferents de sistemes de ventilació, tots basant-se en el fet que l'aire calent puja per ser menys dens i que l'aire més fred baixa per ser més dens.

Un dels més utilitzats és ventilació creuada, on l'aire fred entra per la cara nord de la vivenda, per una obertura a la part inferior, circula per la casa refredant-la i, a mesura que s'escalfa, comença a elevar-se. Finalment surt per la part superior de la cara contrària, la sud.

Són molt usades en països com Iran, les torres de vent, que consisteix en una torra que capta la brisa de la part superior de l'edifici i la transporta fins a l'interior de l'habitatge, on s'evacua per la cara contrària a la torre després d'haver-se escalfat

També existeix la possibilitat de ventilació natural a través d'un pati interior, per on l'aire es refreda i s'humidifica.

Nosaltres ens centrarem en l'aplicació de la torre solar (fig. 25). Consisteix en un hivernacle situat a la cara sud de la casa per on penetra la llum. Aquesta llum escalfa l'aire de l'hivernacle, fent que s'elevi. Alhora, hi ha petites obertures a la part inferior de la cara nord, per on penetra l'aire fred. Aquest aire fred refreda l'estància, s'escalfa per l'acció dels rajos solars, s'eleva i surt per la part superior de la cara nord. El principal avantatge que tenen és que el seu rendiment augmenta com més calor fa.

També utilitzarem la ventilació subterrània per l'entrada d'aire a l'habitatge, ja que aprofita la temperatura del subsòl i és recomanable tant durant l'hivern com a l'estiu.

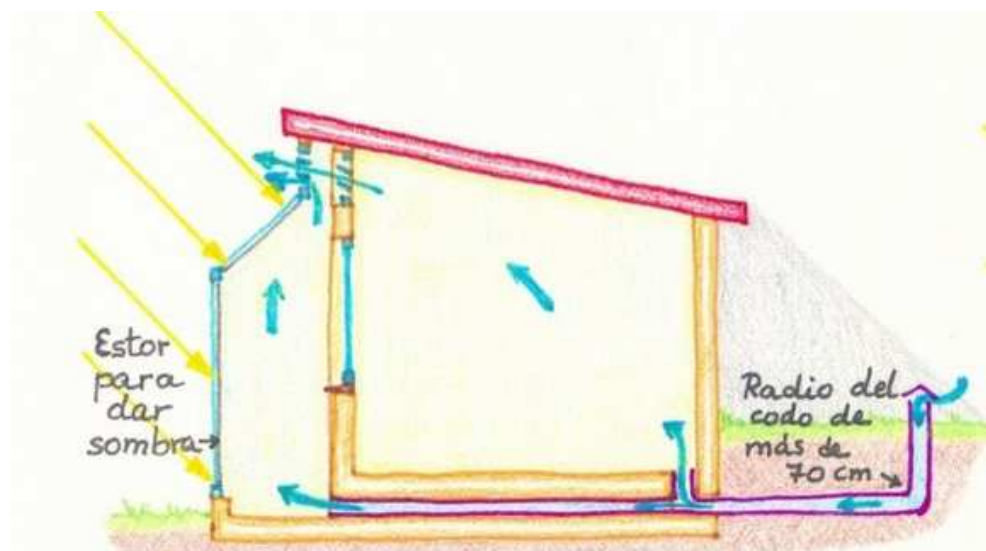


Figura 25: Esquema del funcionament d'una torre solar

8.3.3. Sortida de l'aire

La sortida de l'aire és fonamental, ja que sense aquesta, l'aire no podria sortir i ja no hi hauria ventilació. Les seves dos propietats fonamentals són la mida i la situació (fig. 26).

- Mida: Una obertura petita incrementa la velocitat de l'aire. En canvi, una obertura grossa la alenteix, sempre sent menor en el centre que en les obertures.
- Situació: Si l'obertura de sortida està just davant que la d'entrada el corrent d'aire serà ràpid i només refredarà aquella zona en concret. En canvi, si la sortida no està alienada, canviarem el flux d'aire, fent que es ventili una zona més gran. Tot i això, hem d'evitar que l'aire s'aturi perquè l'entrada i la sortida estan massa allunyades.

Sabent això utilitzarem finestres del mateix tamany (aproximadament) per evitar velocitats massa baixes o, pel contrari, massa altes. A més, les finestres no estaran alienades per aprofitar la ventilació al màxim, tot i que intentarem evitar qualsevol problema originat per la falta de velocitat en el corrent.

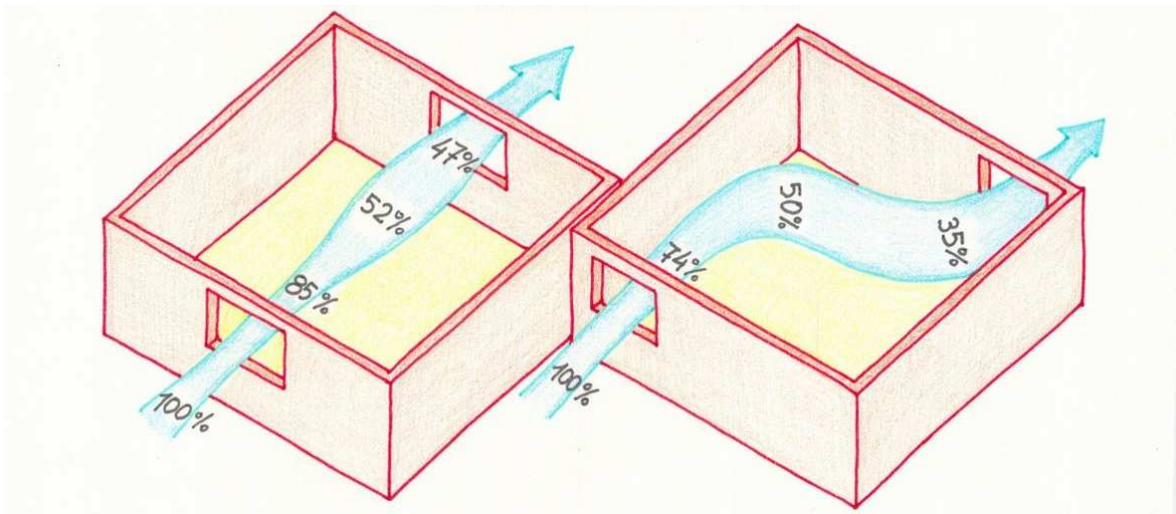


Figura 26: Esquema de la distribució de les finestres i la velocitat de l'aire de l'interior de l'habitage

8.4. Sistema estacionari

Ara que ja hem estudiat els diferents tipus de ventilació i ens serveixen tant per hivern com per estiu, hem d'estudiar altres mesures per evitar l'entrada de fred o calor segons l'estació que sigui.

8.4.1. Estiu: Sistemes de refrigeració

Durant l'estiu ens interessa refrigerar la casa el màxim possible. Per aconseguir-ho hem d'evitar l'entrada de rajos solars directes amb panells, persianes o amb el mateix disseny del sostre. Es poden plantar arbres o heura de fulla caduca en la cara sud de la casa, ja que a l'hivern deixaran passar la llum i la calor, a diferència de l'estiu, quan la planta impedirà l'entrada de la majoria de calor. Finalment, es pot situar un petit pati a la part nord de l'habitatge per tenir una zona agradable a l'exterior durant la calor de l'estiu.

8.4.2. Hivern: Sistemes de calefacció

Per l'hivern hem d'estar assegurats que l'aïllament és el correcte i que els ponts tèrmics estan perfectament segellats, ja que sinó perdríem molta calor. Situem finestres a la cara sud de la casa perquè la llum penetri a l'interior durant l'hivern, escalfant la vivenda. També farem un vestíbul tancant, ja que així evitarem que corrents fredes a l'obrir la porta.

8.5. Radiació solar

Per tenir una casa completament climatitzada també hem de tenir un control absolut sobre la llum que hi entra. Per això, ens hem d'assegurar que durant l'hivern entri la major part de llum possible per escalfar la vivenda, i que durant l'estiu entri la justa per evitar que entri calor. Així, centrarem els nostres esforços en captar la llum directament durant l'hivern i indirectament durant l'estiu.

8.5.1. Il·luminació durant l'estiu

- Tenir cortines o persianes a les finestres facilitarà que no entri massa llum durant èpoques caloroses.
- També es poden usar arbres o heura de fulla caduca per evitar la penetració de massa llum a la vivenda (fig. 27).

- Ús de voladissos per projectar ombra sobre les finestres. Abans, però, s'ha d'estudiar la seva mida i angle, per obstaculitzar la llum durant l'estiu i deixar-la passar durant l'hivern.
- Es poden usar gelosies per evitar l'entrada de llum directa a l'habitatge, afavorint l'entrada de llum indirecta.
- Per afavorir l'entrada de llum reflectida o indirecta es poden usar tubs solars, uns tubs que es col·loquen a les teulades i per on pot entrar la llum. Dins dels tubs hi ha miralls que fan que la llum es reflecteixi dins seu i que arribi gran quantitat de llum reflectida a la vivenda.

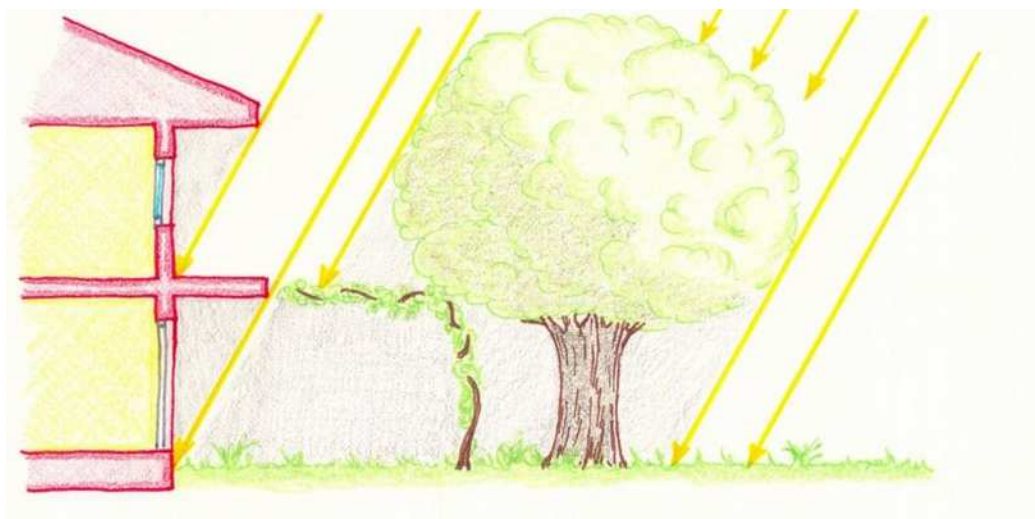


Figura 27: Tant el voladís com la vegetació ens permeten refugiar-nos del Sol de l'estiu

8.5.2. Il·luminació durant l'hivern

- Tenir finestres orientades al sud, per on entrarà més llum.
- Usar hivernacles, galeries o terrasses amb coberta de vidre per obtenir més llum. A més, captaran calor que ens serà útil per sobrepassar el fred.
- Assegurar-se de que les finestres estiguin ben aïllades. Potser pot entrar molta llum per una finestra i escalfar-nos, però pot passar encara més fred si no està ben aïllada.
- La utilització de vidres aïllants ens permet captar molta radiació solar sense que hi hagin pèrdues de calor a través de la superfície del vidre.

8.6. Control de la humitat

El clima de Palafrugell és un clima força humit, degut a la proximitat de la costa. Aquest fet produeix que molts cops es produeixin humitats a la vivenda. Aquestes humitats normalment es produeixen per la infiltració de l'aigua provinent de l'exterior, com per pluges o infiltracions subterrànies, però també es poden produir a l'interior de la vivenda, com el vapor d'aigua que queda després d'una dutxa.

Per evitar les infiltracions de la pluja ens hem d'assegurar que la casa està completament aïllada i no hi ha cap tipus de fissura o obertura per on l'aigua pugui entrar. També hem de situar goterons als voladissos i a qualsevol superfície més o menys horitzontal que pugui sobresortir de les parets exteriors. Aquests goterons ens evitaran que l'aigua de la pluja ens penetri a l'habitatge per aquestes superfícies, fent que caigui aquesta aigua directament de forma perpendicular. També és essencial col·locar canonades d'aigua que guiïn l'aigua a l'exterior de la vivenda fins a un dipòsit o a algun lloc una mica allunyat per no afectar les cimentacions de l'edifici, que es podrien veure afectades per un excés d'aigua.

La manera més fàcil d'evitar humitats ascendents, és a dir, que provenguin del sòl, és elevar la casa uns centímetres sobre el solar. Gràcies a això ens assegurarem que no pugui entrar humitat per la majoria de la superfície de la planta i que l'aigua no l'afecti. Això si, ens hem d'assegurar que aquesta cimentació està ben dissenyada per aguantar la humitat.

Per evitar humitats interiors el més fàcil és ventilar la casa quan es generi aquest vapor, per exemple després d'una dutxa. Aquest vapor sortirà cap a l'exterior i evitarem que s'infiltri a elements estructurals com parets.

8.7. Exteriors

Per últim parlarem dels exteriors, espais, sovint enjardinats, que s'usen bàsicament per decoració o oci. Nosaltres, a part d'aquesta funció, intentarem que s'integri a la vivenda.

Si considerem l'exterior com una altra part de la casa, ens adonem que també ha de ser adaptada per un habitatge ecològic. Així doncs, ens pot servir per controlar la llum, el podem utilitzar com a mur contra el vent i com a barrera acústica i visual.

8.7.1. Control de la llum

Abans ja hem parlat de la il·luminació natural i de com usar les plantes de fulla caduca, però també podem jugar amb el sol (fig. 28).

Si volem que entri més llum a la casa ens pot interessar dissenyar un jardí de grava blanca davant dels finestrals, ja que la llum que hi arribi es reflectirà dins de l'habitatge. A més, podem plantar arbustos de fulla caduca, així durant l'estiu no quedarem engegats per la quantitat de llum que entri, i durant l'hivern entrarà encara més llum.

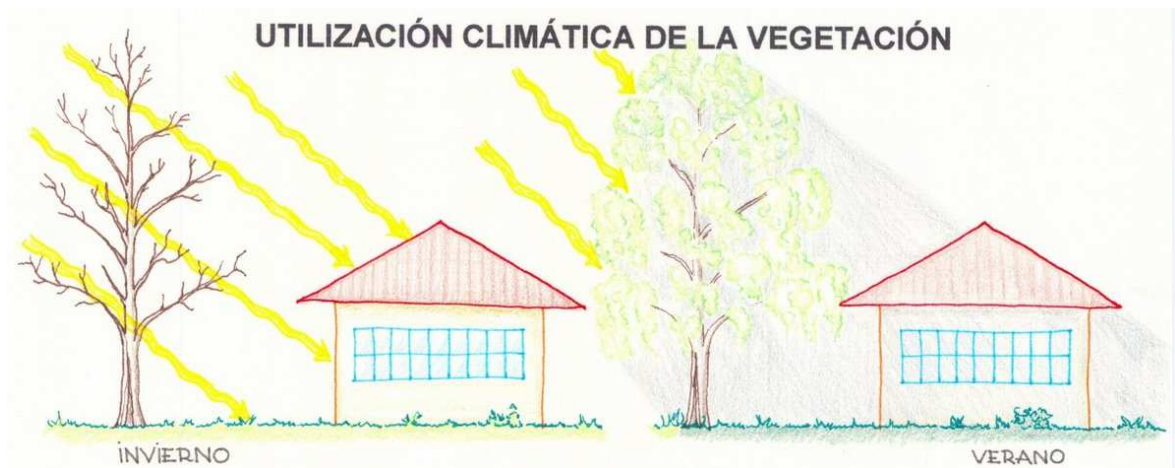


Figura 28: Utilització de la vegetació de fulla caduca per controlar la llum que ens arriba a l'habitatge

8.7.2. Brises exteriors

Gràcies a la vegetació del jardí podem controlar el vent que penetra en el solar de dos maneres diferents:

- Fer una barrera que impedeixi el contacte del vent amb l'habitatge (fig. 29).
- Dirigir el corrent d'aire cap a una altra zona.

Poden semblar molt semblants, però tenen grans diferències. Construir una barrera contra el vent és barat, ja que només es necessiten arbustos o arbres (normalment fulla perenne) però aturant el vent “en sec” és perjudicial per si tenim algun aerogenerador al terreny, ja que causa fortes turbulències en el corrent d'aire i desaprofitaríem gran part del vent. Per altra banda, dirigir el vent ens pot resultar més car, ja que hi ha més vegetació a plantar i

ens pot interessar tenir plantes de fulla caduca i perenne, però tenim l'avantatge de poder dirigir l'aire cap a on ens interessa, com un generador que tinguem en el terreny. A més, ens permet jugar amb la posició de la vegetació segons les estacions, fent que una àrea estigui protegida dels vents freds de l'hivern però que deixi passar la brisa de l'estiu.



Figura 29: Ús de la vegetació pel control de corrents d'aire indesitjats

8.7.3. Barreres acústiques i visuals

La vegetació ens pot ajudar a disminuir els sons que ens arriben a la llar, construint un mur de plantes que va des del focus del soroll fins a una certa distància, sempre de flora més baixa a més alta. Amb això aconseguim dispersar les ones sonores que podrien provenir d'una carretera, desviant-les cap amunt.

A més d'aquesta funció, sempre ens pot ajudar a tapar alguna cosa que no volem que es vegi o protegir la nostra intimitat, com una carretera o la casa dels veïns.

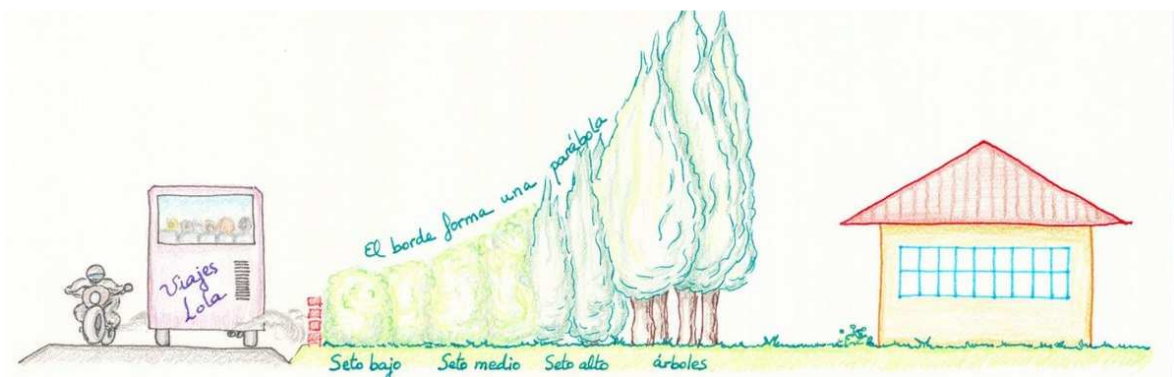


Figura 30: La vegetació també ens pot ajudar a reduir el soroll que ens arriba a casa

9. Sistemes de calefacció

Un sistema de calefacció és aquell sistema que et permet escalfar la casa durant l'hivern gràcies a una font d'energia, com podria ser el gas o la electricitat. A més, molts d'aquests sistemes també ajuden a refrigerar la casa els mesos d'estiu.

Un dels sistemes convencionals més utilitzats són els aires condicionats. Aquests aparells permeten tenir força control sobre la temperatura interior i sobre la humitat. A més, es poden instal·lar a diverses sales de la nostra vivenda, pel que són còmodes d'usar un cop instal·lats.

Altres sistemes comencen a entrar en desús, com els ventiladors o les estufes. Aquests dispositius permeten escalfar o refredar (en el cas de les estufes només escalfar) les estàncies de la casa mínimament. Aconsegueixes un confort relatiu, realment inferior a l'aire condicionat, però de forma molt més barata, almenys a la compra

Hi ha altres sistemes de calefactar la casa de forma natural, com el mur Trombe, l'efecte hivernacle o una bona ventilació natural. Tot i això, necessitem un sistema que sobretot ens proporcioni escalfor extra durant l'hivern. Un dels millors sistemes que pot haver-hi és el terra radiant.

9.8. Terra radiant

Aquest tipus de calefacció consisteix en un seguit de tubs que transcorren per l'interior del terra i que condueixen aigua calenta a baixa temperatura (fig.31). Aquesta aigua es transporta per l'interior de la vivenda a uns 35-40°C, mantenint el terra entre 22 i 28°C i l'ambient entre 18 i 22°C. Aquesta és una de les grans diferències entre aquest sistema i d'altres convencionals: Per la casa a la temperatura de confort anterior és necessari cremar combustible a uns 800°C, per escalfar l'aigua a uns 70-80°C i mantenir la casa a 20°C. Com es pot veure, la diferència de temperatures en el segon cas és considerable, pel que es perd molta més calor i energia en les transformacions.

Aquest calor és uniforme en tot l'habitatge, fent que la diferència entre el punt més càlid i el més fred no sigui més de 5°C. Com que l'escalfor ve del terra, i les masses d'aire calent, al pesar menys per tenir menys densitat, ascendeixen, rebem molt millor aquesta escalfor,

fent que a 18°C, tinguem el mateix confort que a 20°C amb el sistema convencional. Això és degut a que el sistema convencional envia l'aire calent directament cap amunt, fent que la massa freda es quedi a la part inferior de la vivenda. Això provoca que haguem d'ajustar a més potència aquests radiadors, gastant del 6 al 8% més del cost de calefacció per cada grau que l'augmentem.

Una dels grans avantatges del terra radiant és que s'autoregula per si sol. És a dir, si tenim un salt tèrmic de 5°C entre el terra (25°C) i l'ambient (20°C), s'utilitza una certa quantitat d'energia per escalfar l'aigua del terra radiant. Però si la temperatura de l'ambient augmenta a 22°C, el salt tèrmic es redueix 2°C, fent que de forma natural i immediata la radiació del terra es redueixi dels 60W/m² de costum a 36W/m². Això suposa un gran estalvi, ja que només s'irradia calor on es necessita i quan es necessita.

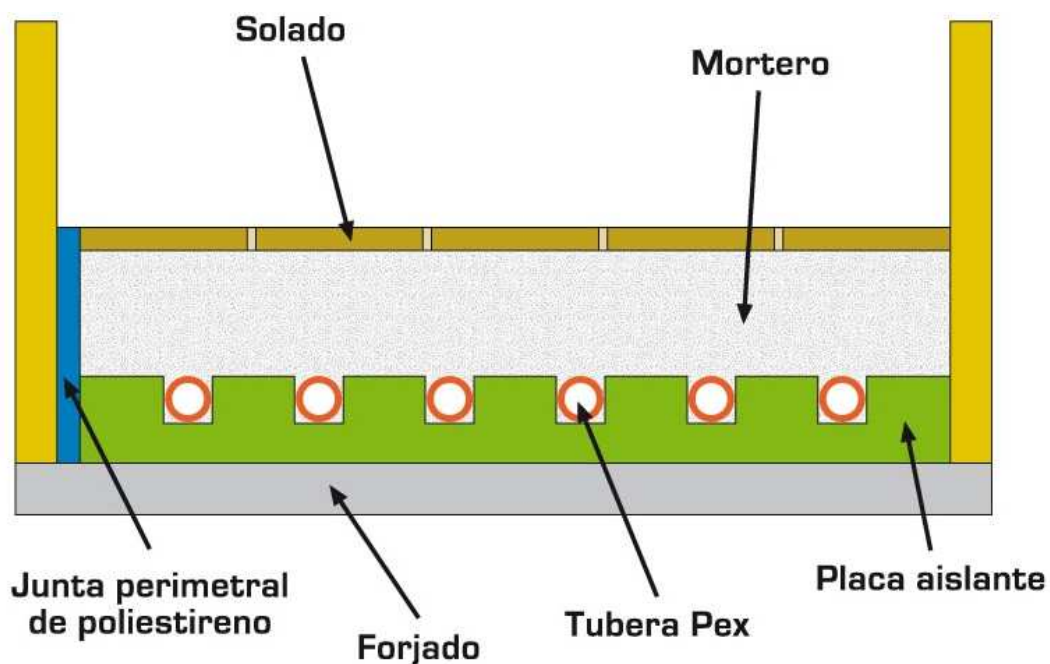


Figura 31: Esquema de les parts del terra radiant

9.8.1. Fonts de calor

A la majoria de terres radiants se'ls hi pot aplicar qualsevol tipus de font d'energia, tant renovable com no renovable. Així doncs, dividirem aquestes fonts de calor en convencionals i no convencionals:

9.8.1.1. Convencionals:

Són aquelles que utilitzen combustibles fòssils com el gasoil i el gas o les que usen sistemes més comuns com l'electricitat.

- Gasoil: S'instal·la una vàlvula mescladora o intercanviador de calor per aconseguir els 35-45°C que necessita el terra radiant a partir dels 89-90°C dels cremadors.
- Gas: Gràcies al desenvolupament de calderes mixtes (per calefacció i Aigua calenta sanitària), fan del gas una solució molt atractiva. A més, la flama modular permet treballar directament amb el circuit del terra radiant
- Electricitat: Si s'utilitza durant la tarifa nocturna es pot arribar a reduir els costos fins el 53%, ja que a l'escalfar durant la nit surt més barat, i durant el dia la casa ja estarà prou climatitzada per no haver de fer servir tant el terra radiant.

9.8.1.2. Alternatives:

Són aquelles que usen com a font de calor sistemes poc convencionals i en general usats per la minoria. Tot i això, són dels sistemes que poden arribar a ser més rentables. D'aquests el més usat és l'energia solar tèrmica per escalfar l'aigua.

Les plaques solars, al treballar en temperatures baixes d'uns 35-45°C són perfectes per subministrar directament l'aigua calenta al terra radiant. Tot i això és probable que no en tinguem prou amb un sistema de plaques solars, ja que la quantitat d'aigua que passa pel terra i que s'ha d'escalfar contínuament pot arribar a sobrepassar el treball de la placa. Tot i això, es pot combinar perfectament amb altres fonts d'energia.

9.8.2. Avantatges:

Utilitzar terra radiant té molts avantatges a part de l'estalvi econòmic a la llarga:

- Hi ha una millora estètica de la vivenda, ja que no tenim cap tipus de radiador a la vista, podent decorar perfectament la nostra casa.
- És saludable, ja que evitem tota la pols cremada de les estufes, les turbulències de l'aire i tampoc resseca l'ambient.
- Distribueix molt millor l'aire calent, sobretot en edificis alts com cases amb sales d'estar de doble alçada, ja que evita que l'aire calent s'acumuli a la part superior de l'habitatge i sigui desaprofitat (fig. 32).
- La seva instal·lació requereix poc gruix, pel que es pot instal·lar tant a plantes baixes com en pisos superiors d'una vivenda.
- La instal·lació del terra radiant aporta un aïllament addicional a l'edifici, fent que es millori el confort tèrmic i es produeixi un estalvi encara més gran.
- Té un baix manteniment i una garantia d'uns 10 anys, ja que el tub usat (polietilè reticulat) és extremadament resistent, a més de tota la instal·lació va recoberta amb 3cm de formigó, fent que no hi hagi cap tipus de corrosió i que es redueixin les averies.

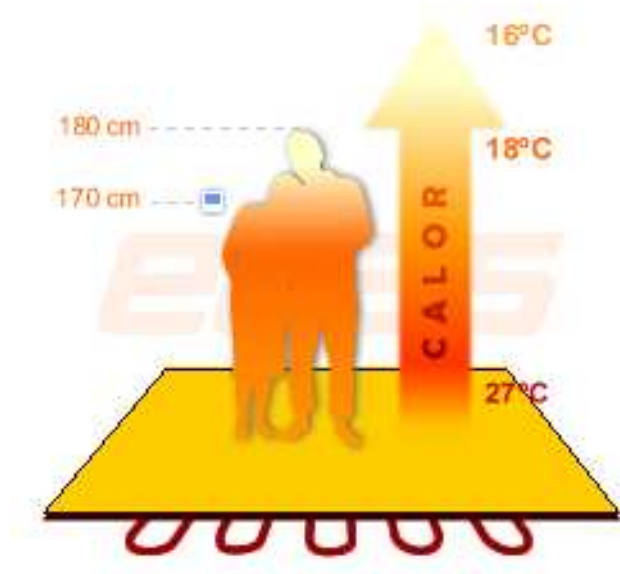


Figura 32: A diferència dels sistemes de calefacció convencionals, la calor arriba a tot l'habitatge i no es perd

10. Primer disseny

Aquest és el primer dissenys que vaig fer del que seria la meva casa ecològica (fig.33). La vaig fer abans de començar a fer el treball, ja que, a part de que tenia ganes de posar-me a dissenyar-la, també volia veure com anava evolucionant durant el treball, ja que ja en el segon disseny, he anat aplicant els coneixements que he assolit durant la realització de la teoria.

Com es pot veure és un disseny força bàsic, només de la “forma” que tindria la casa. Es poden observar grans finestrals a la cara sud de la vivenda, tant en el sostre com en les parets. Aquest finestrals estan situats bàsicament a la cara sud perquè és on hi ha més hores de Sol, i, així doncs, aprofitar el màxim la llum natural. També es pot apreciar que una part del sostre està recobert d’herba, i l’altre, encara que no es vegi molt, de plaques solars.

Volia que fos una casa on hi hagués un gran espai comú que donés el sud, perquè així entrés més llum durant l’hivern, amb la sala d’estar, el menjador i la cuina en el mateix espai. A dalt, en forma de *loft*, hi haurien dues habitacions i un lavabo, acompanyat d’una petita biblioteca. Més tard, parlant amb companys, em van recordar que hauria de tenir un garatge, ja que al ser pensada com una vivenda unifamiliar seria el més adequat. Així, encara que no es reflecteixi en aquest primer disseny, la part on hi ha les plaques solars és el garatge. També destaquen els sostres corbats, ja que crec que així la casa es protegiria més de les inclemències del temps, com poden ser les pluges d’estiu o la tramuntana.

Durant la realització del treball m’he adonat que aquest disseny tenia moltíssims errors, com suposava, i que hauria de fer forces canvis. Un dels problemes principals eren els grans finestrals, ja que encara que deixen passar molta llum, durant l’estiu deixen entrar molta calor, i durant l’hivern deixen que se’n vagi. Un altre problema que vaig haver d’afrontar van ser els sostres, més aviat les seves superfícies. Em vaig adonar que si posava a la cara nord les plaques solars no captarien gens de llum, ja que l’edifici en si els hi faria ombra. A més d’aquests problemes, encara no havia pensat cap manera de ventilar la casa, aïllament i com aprofitar l’exterior, a més de com integrar les energies renovables (a part de la solar fotovoltaica). A més, un d’aquests problemes és que només havia instal·lat plaques solars fotovoltaïques, i no havia pensat que actualment s’obliga per llei instal·lar plaques solars tèrmiques en tots els edificis de nova construcció.

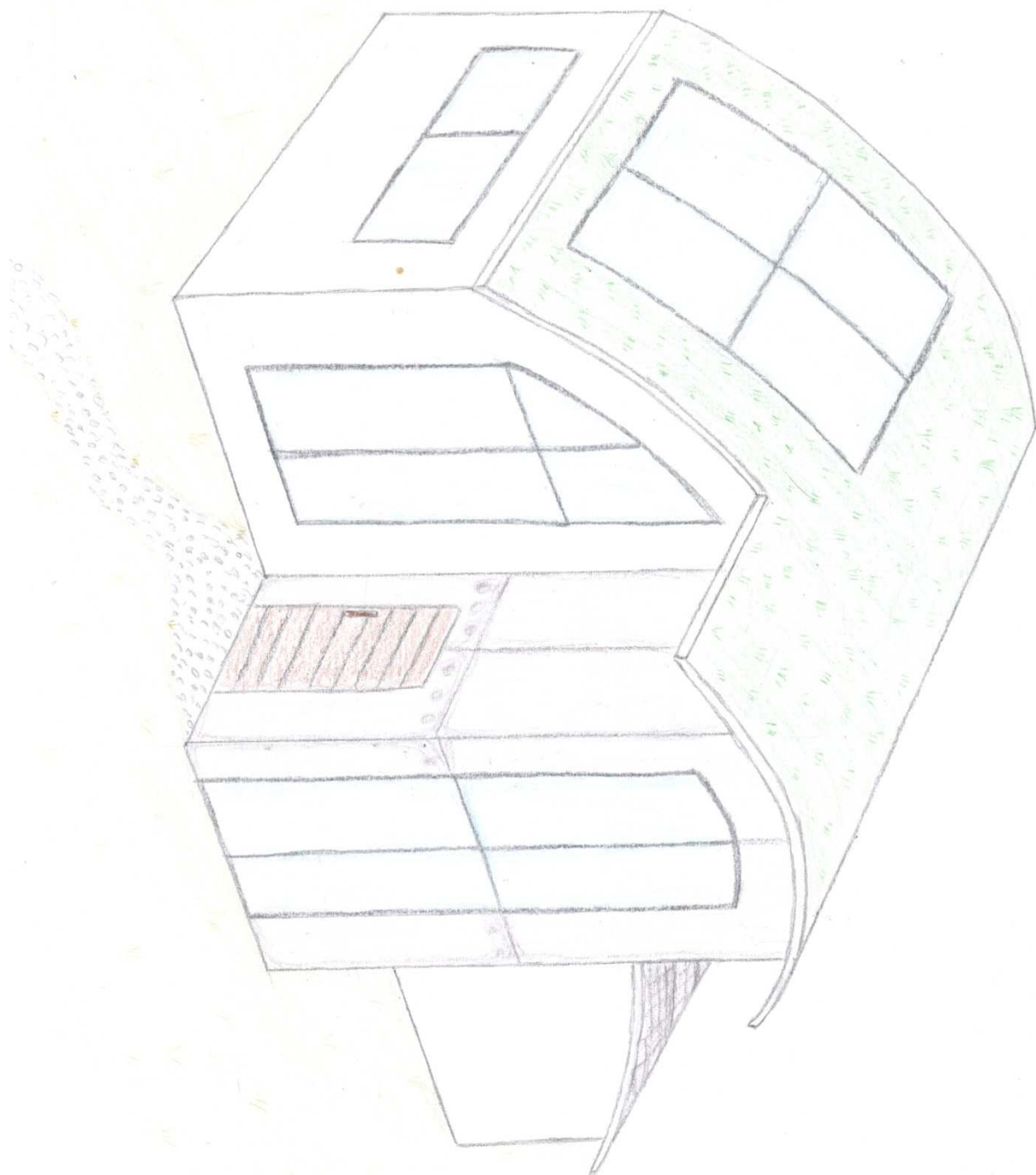


Figura 33: Primer disseny de l'habitatge

11. Segon disseny

El primer que es veu en aquest segon dissenys és que està més treballat que l'anterior. Això és degut a que tenia ganes de redissenyar la casa i que volia veure la diferència entre aquesta i l'anterior.

El primer canvi que he fet és el de les finestres. Com havia dit anteriorment, un finestral a la cara sud de la casa ajuda tant a la ventilació correcta de la vivenda, a la bona il·luminació i a un millor confort. Així, he afegit un finestral a la cara sud de l'habitatge que actua com a hivernacle, que a més està protegit per heures de fulla caduca, que impediran que entri molts rajos solars durant l'estiu. També he incorporat una solera de còdols o grava blancs, que ajuden a reflectir la llum cap a l'interior de l'habitatge (fig. 34). Aquesta llum, al ser reflectida, no porta tanta calor, així que també evitem gran part de la insolació que podríem rebre durant l'any, sobretot mesos d'estiu, però sense renunciar a l'aprofitament de la il·luminació natural.

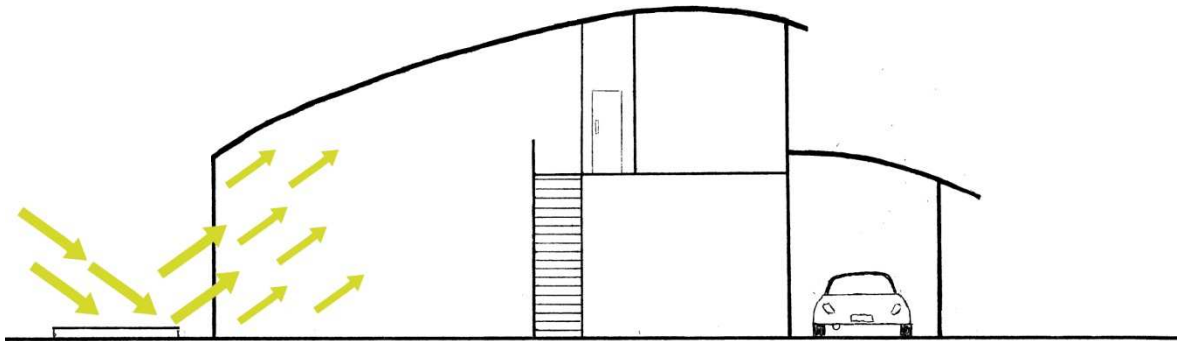


Figura 34: Esquema del paper de la solera de grava blanca en el disseny de l'habitatge

A més, aquest finestral és indispensable per la ventilació de l'habitatge, ja que actua com a xemeneia solar. També és imprescindible la petita canonada darrere l'habitatge, on toca l'ombra. A l'hivern (fig.35), aquesta canonada transporta l'aire fred subterràniament i el reparteix a la sala principal de l'habitatge. Com he explicat a la part de teoria, aquest aire ja s'ha escalfat, ja que el subsòl durant l'hivern és calent per la calor acumulada durant l'estiu, s'acaba d'escalfar per la gran vidriera de la façana i per la mateixa forma de la

teulada acaba pujant. A dalt, es fa passar per uns tubs que estan just sota les plaques solars. Així, per la calor residual de les plaques, aquest aire s'escalfa i és transportat fins a les habitacions.

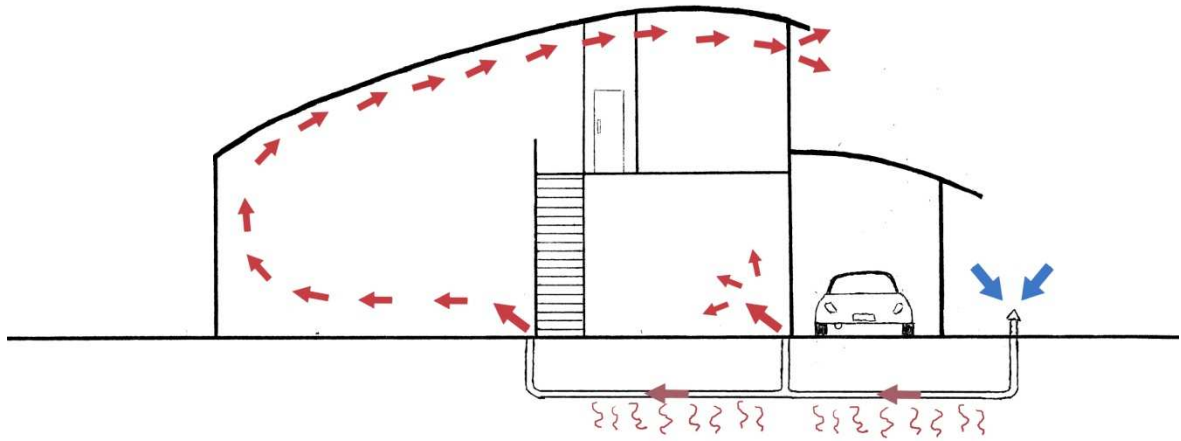


Figura 35: Esquema del funcionament de la ventilació durant l'hivern. L'aire fred (blau) s'escalfa al passar soterrat i escalfa la sala d'estar, juntament amb les habitacions

Durant l'estiu (fig. 36), el procés és el mateix, però l'aire calent s'evacua directament a l'exterior, i la canonada subterrània transporta aire fred, per la fredor de l'hivern. Les habitacions, al tenir finestres a la cara nord, no tenen problemes alhora de ventilar i evacuar l'aire calent.

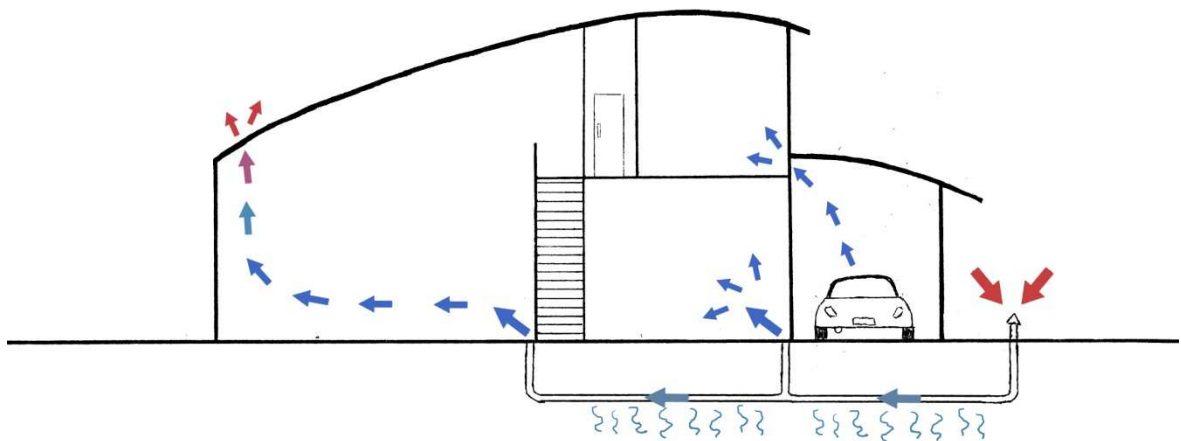


Figura 36: Esquema del funcionament de la ventilació durant l'estiu. L'aire calent (vermell) es refreda al passar soterrat i refresca la sala d'estar, per després sortir a l'exterior

L'habitatge ara consta d'un vestíbul, ja que així evitem corrents d'aire indesitjats i existeix una barrera contra la temperatura de l'exterior, tant en hivern com en estiu. A la part de dalt s'hi troba l'habitació del fill/a, ja que té una finestra al sud, és a dir, amb més estones de sol, ja que s'hi passarà temps estudiant o a l'ordinador i és recomanable tenir tanta llum solar com sigui possible durant aquestes activitats. Per aquests mateixos motius, a l'altre banda del pis de dalt hi ha l'habitació de matrimoni, també amb una finestra a la cara sud, per escalfar el més possible durant l'hivern, però que tampoc incideixi molt durant l'estiu.⁶

A la cara nord de la casa s'hi troba el garatge amb un cobriment d'herba a la teulada. Això procura que es mantingui fred, ja que aquesta serà la part fresca de casa, necessària pels corrents d'aire anteriorment comentats. També hi situarem els dipòsits d'aigua calenta per emmagatzemar l'aigua pre-escalfada de les plaques solars.

Al teulat de la casa hi situarem plaques solars tèrmiques. Aquestes plaques ens permetran escalfar l'aigua que usem per els electrodomèstics i per la higiene personal, cosa que ens permetrà estalviar una gran quantitat d'electricitat. A més, actualment les lleis exigeixen que les vivendes de nova construcció vinguin equipades amb plaques solars tèrmiques, tot i que no diu res de fotovoltaiques. Aquesta ACS s'emmagatzemarà a la part del fons del garatge, en uns acumuladors. Aquests acumuladors garantiran que es subministri prou aigua calenta per l'ús diari de l'habitatge, a més d'acabar d'escalfar l'aigua retinguda. En afegit a aquestes plaques, situarem unes quantes plaques fotovoltaiques. Aquestes plaques ens ajudaran a generar electricitat que nosaltres mateixos consumirem durant el dia. A part d'això, també aprofitem la gran superfície del teulat, ja que amb un metre quadrat de placa solar tèrmica n'hi ha prou per escalfar l'aigua que utilitza al llarg del dia una persona.

També contem amb un aerogenerador d'eix vertical, ja que, com hem explicat anteriorment, cobreix millor els vents no lineals i les turbulències causades pels edificis. Aquest ens permetrà suplir les deficiències del sistema fotovoltaiac i obtenir encara més energia. A més, la vegetació de l'exterior està situada perquè arribi el màxim del vent del sud, el més usual, a l'aerogenerador, augmentant el seu rendiment. Aquesta mateixa vegetació fa de barrera a la banda nord, per on arriben els vents freds d'hivern i la forta tramuntana. Així, plantarem uns xiprers que ens evitaran que aquests vents arribin amb tanta força a la vivenda.

⁶ Consultar Annex subcarpeta *Plànols de l'habitatge* en el CD adjunt per més detalls.

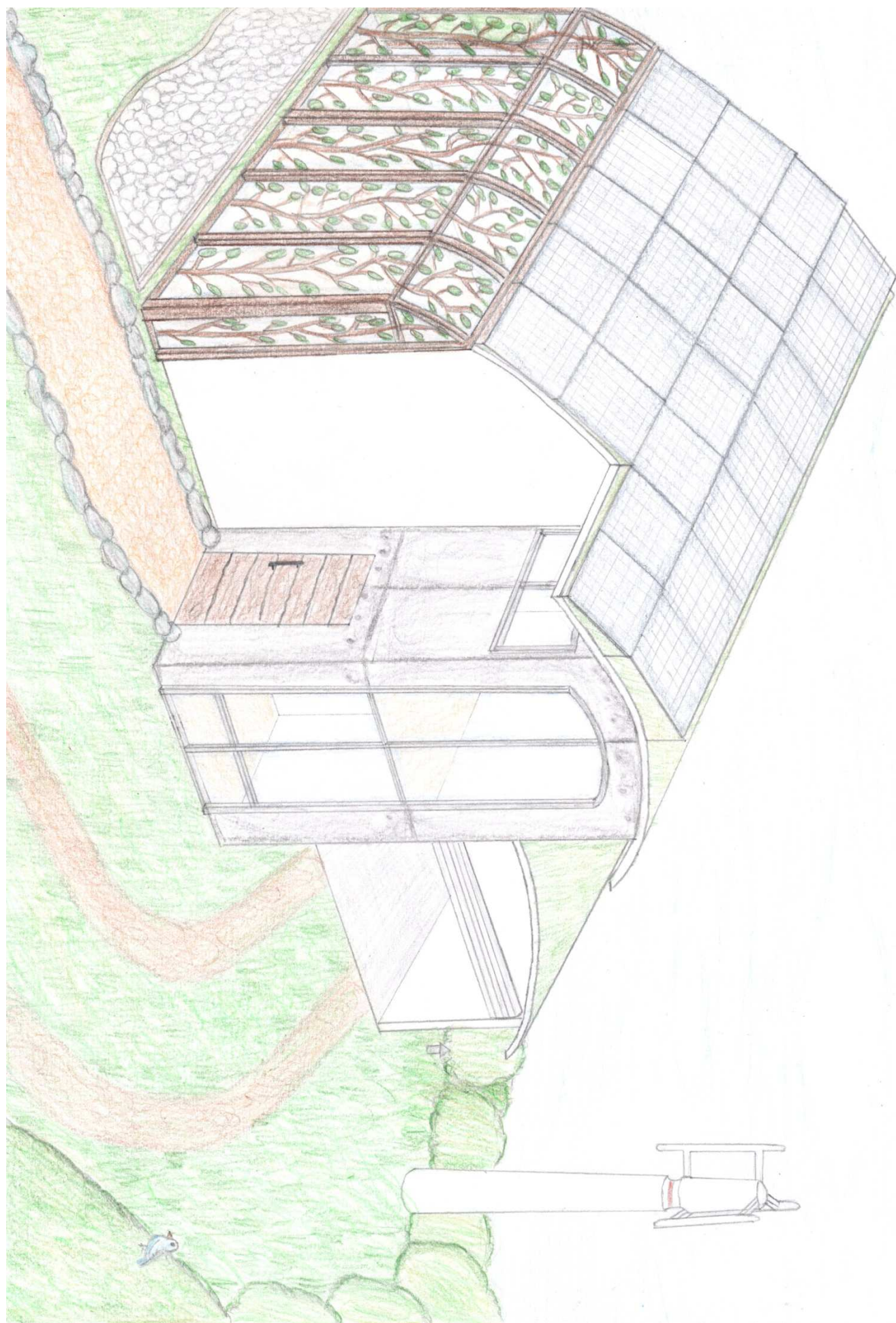


Figura 37: Segon disseny de l'habitatge

12. Tercer disseny

El tercer disseny és el que vaig realitzar just abans d'acabar el treball. Aquest disseny és el final, és a dir, inclou tot el que he après i les consideracions d'arquitectes professionals. L'estructura de l'habitatge en si no ha canviat, si no que ha canviat més la part aplicada de la teòrica, com il·luminació o ventilació natural.

El primer error que em van fer veure és el de la vidriera de la façana sud. El problema no és la vidriera en si, ja que és fonamental per la ventilació interior i per l'adequada il·luminació, sinó el seu recobriment: les heures. Encara que siguin de fulla caduca, plantes enfiladisses poden arribar a créixer molt, amb branques que poden arribar a ser d'un gruix considerable. Afegit a aquest problema, és que durant l'estiu, a les hores es creixen moltes fulles, tantes que podrien fer que no entrés prou llum natural durant l'estiu per il·luminar correctament la vivenda. Tot i això, la solució és ben fàcil: L'únic que hem de fer és allargar el teulat de manera que quedi en forma de voladís (fig. 38). D'aquesta senzilla manera aconseguirem que durant l'estiu els rajos no incideixin directament, reduint la calor que entra. A l'hivern, a l'estar el Sol més baix, els rajos podrien entrar directament, escalfant l'interior de l'habitatge i fent que sigui molt més confortable.

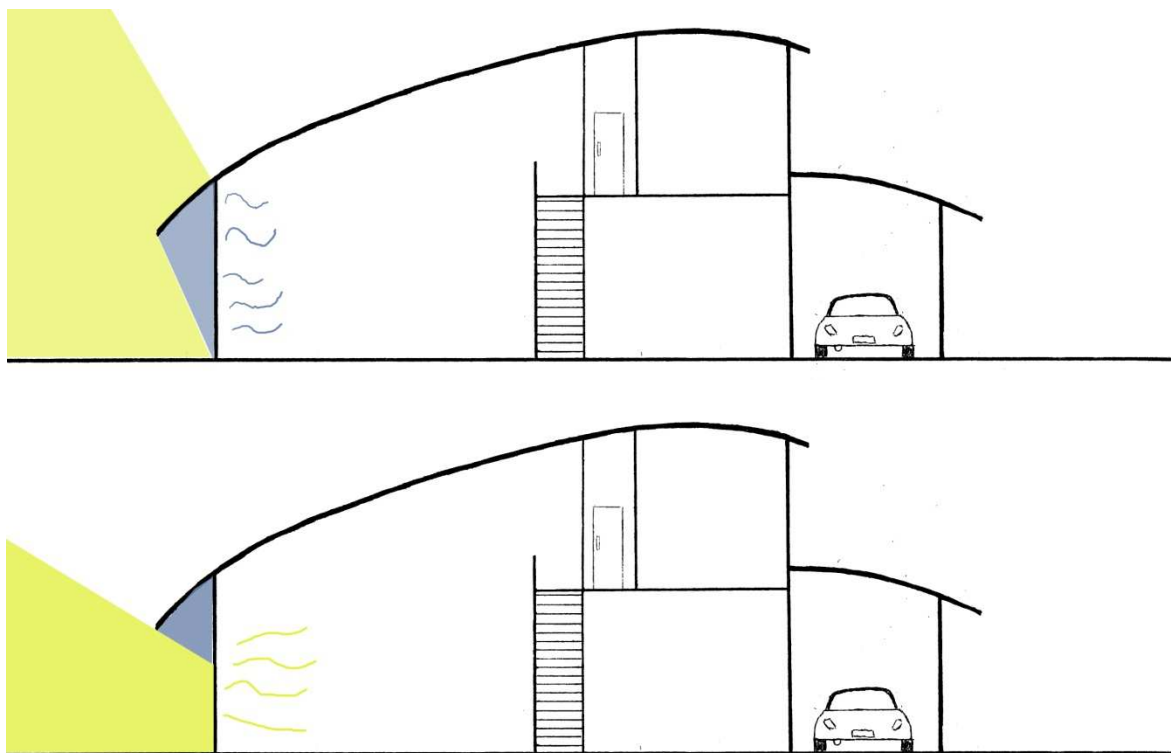


Figura 38: Esquemes del disseny del voladís i la il·luminació natural. A dalt, il·luminació durant l'estiu. A baix, il·luminació durant l'hivern

A part d'aquesta funció de barrera contra els rajos solars, aquest voladís seria perfecte per canalitzar l'aigua (fig. 39). La teulada té una superfície molt grossa (uns 150m²), cosa que vol dir que es pot aprofitar la gran quantitat de pluja que cau en aquesta superfície. Per la mateixa forma de la teulada, l'aigua es dirigiria fins a la façana sud, per on cauria directament sobre la solera de grava. A més, tot i que no seria del tot necessari per la fisonomia de l'estructura, es podrien construir uns goterons per evitar que l'aigua de la pluja arribés fins a les finestres de la vidriera. L'aigua de la pluja cauria sobre una reixeta, que actuaria com a primer filtre contra fulles i brossa. Tot seguit aquesta aigua cauria per una sèrie de filtres per gruix, sorres i pedres de menys a més gruix, que purificarien l'aigua, que la dirigirien directament a un dipòsit d'aigua soterrat. Així, aconseguiríem aprofitar una gran quantitat d'aigua durant tot l'any, i tenint en compte que la teulada és d'uns 150m² i que a Palafrugell plou uns 600L/m² durant l'any, podem calcular que aconseguiríem reutilitzar uns 80.000 litres d'aigua a l'any, tenint en compte unes pèrdues aproximades del 10%.

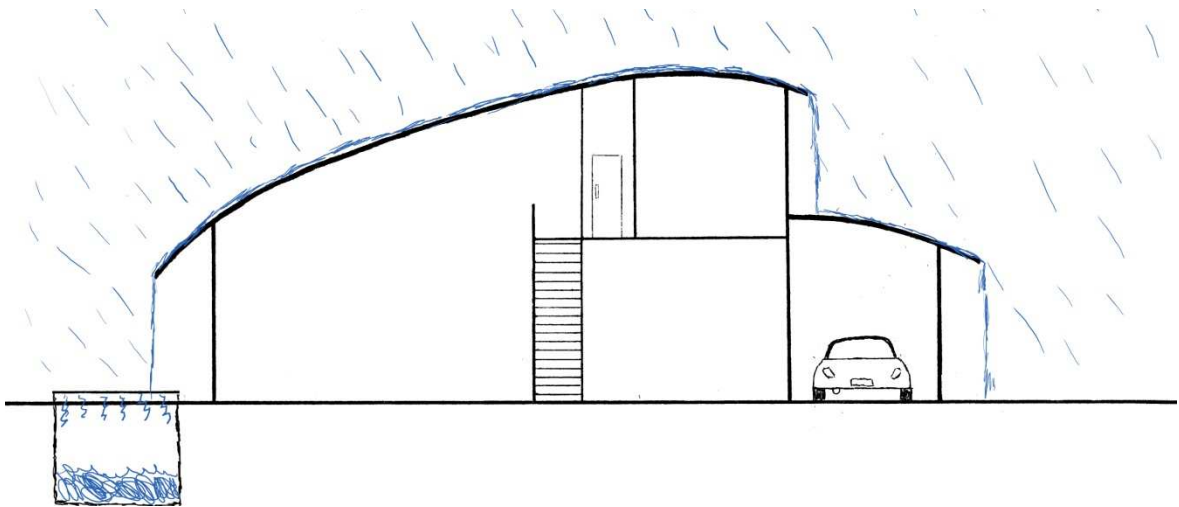


Figura 39: Aprofitament de l'aigua a través del voladís

El següent canvi que s'ha fet és el de la ventilació natural. Jo havia parlat de fer entrar l'aire de la cara nord per unes canonades soterrades, insuflar-lo a la vivenda i que després aquest aire s'escalfaria i es podria evacuar o retenir depenent la temperatura en la que et sentissis agust. Els problemes d'aquest sistema de ventilació són principalment dos: El

primer de tots és que al tenir l'obertura al nord, al bufar tramuntana, un vent força comú a Palafrugell, hi hauria forts corrents d'aire cap a l'interior de la vivenda. El segon problema és que jo suposava que al fer passar l'aire entrant per les canonades soterrades, durant l'hivern s'escalfaria i a l'estiu es refredaria. Així hauria de ser, gràcies a la gran massa tèrmica del sòl, però perquè això passés realment hauria de mantenir l'aire molta estona en el subsòl, és a dir, en llargues connexions subterrànies, cosa que sortiria molt cara. Així doncs, el més fàcil és fer una ventilació creuada. Aquesta ventilació és la més senzilla de totes, però alhora una de les més eficaces. L'únic que haurem de fer per ventilar la vivenda és obrir una finestra de la cara nord i una de la cara sud, perquè així es produeixi el corrent d'aire. Si fa molta calor, podem obrir la part de dal dels finestrals per evacuar directament l'aire calent a l'exterior o també podem obrir una finestra de la façana nord perquè l'aire calent s'evacui per l'altre costat, ventilant tota la vivenda.

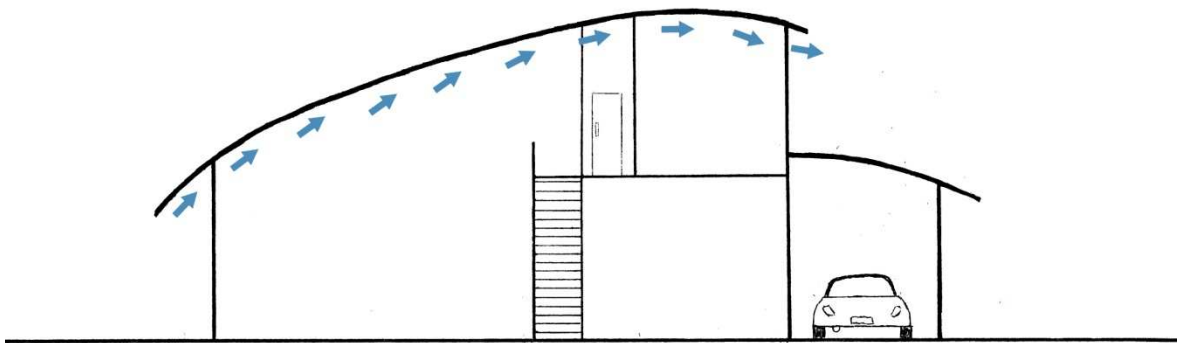


Figura 40: Esquema del funcionament de la ventilació creuada

L'altre canvi que s'ha fet és el dels fonaments. En els dos altres dissenys no es reflecteix cap característica dels fonaments perquè no havia considerat treballar-los, però al conversar amb alguns arquitectes vaig veure que era un tema molt important. Tot i això, aquest tema no es veu reflectit en una part teòrica, bàsicament perquè no he pogut trobar prou informació que no resultés complicada d'entendre, així que he basat el disseny dels fonaments amb el que aquests arquitectes em van recomanar.

El que pretenc és que els “mòduls” on es troba la sala d’estar i les habitacions, és a dir, tota la vivenda menys el garatge, estiguin elevats uns centímetres. Amb aquesta elevació i unes petites obertures a la part inferior de les façanes est i oest, aconseguiríem que el terra de la casa estigués ben ventilat, evitant possibles problemes d’humitats.

L’altre part de la qual no he parlat en els altres dos dissenys és el tema de calefacció. Aquest és un apartat complex, ja que hi ha molt tipus de calefacció i requereixen un gran nivell de coneixement perquè estiguin ben integrats a l’habitatge. Finalment m’he decidit per utilitzar terra radiant com a sistema de calefacció per la vivenda. He triat aquesta manera d’escalfar la casa perquè és força simple d’instal·lar i es pot utilitzar tant a la planta de baix com a la planta de dalt. Es possible que sigui un sistema més car que d’altres més convencionals, però realment surt a compte. L’aigua que passa pel circuit és escalfada fins a uns 35-45°C, cosa que pot fer perfectament una placa solar tèrmica, a més que és just en aquestes temperatures quan treballa a millor rendiment. Així doncs, l’aigua es podria escalfar en plaques solars, potser no tota la seva totalitat, perquè cal tenir en compte que són força litres d’aigua el dia, però si una bona part. Durant la nit podríem escalfar l’aigua per mitjà de l’electricitat, ja que la tarifa nocturna surt molt més barata. A més, durant el dia tenim les plaques que ens permeten escalfar l’aigua, que serà molta menys, ja que l’haurem escalfat la nit anterior. Gràcies a això, aconseguiríem reduir tant el consum elèctric derivat de la calefacció com amortitzar encara més les plaques solars tèrmiques, així estalviant diners.⁷



Figura 41: Tercer disseny en forma de maqueta (inacabada). Encara no hi consten els canvis entre el segon i el tercer disseny (voladís)

⁷ Imatges recents de la maqueta en el CD adjunt a la carpeta *Maqueta de l’habitatge*.

13. Pressupost:

En aquest apartat es veurà si realment surt a compte una casa ecològica a Palafrugell avui en dia o no. Per fer-ho, tal i com he dit a la introducció, utilitzaré aquest pressupost per demostrar quants de diners pots arribar a estalviar al llarg dels anys.

El primer pas que he fet ha sigut fer una taula amb totes les “diferències” que hi ha entre la casa ecològica i una convencional. Aquesta convencional és totalment equivalent a la ecològica, però amb la diferència que els electrodomèstics són de classe més baixa, i no porta aïllants o vidres dobles. Amb aquesta taula també calcularé quanta aigua consumeixen cadascuna de les cases i quanta electricitat, tot i que no en la seva totalitat, ja que les despeses fixes com la televisió o els ordinadors, les mateixes en les dos vivendes, no les tinc en compte, ja que jo el que busco és l'estalvi, és a dir, la diferència de consums.

13.1. Electrodomèstics

El primer càlcul que farem serà els consums d'electricitat i d'aigua dels diferents electrodomèstics i la il·luminació per cada vivenda ⁸:

	Casa ecològica	Casa convencional
Refrigerador	1.778 €, classe A+++, 159kWh/any	775 €, classe A+, 520kWh/any
Rentaplats	858€, classe A+++, 195kWh/any, 1970L/any	499 €, classe A, 385kWh/any, 6570L/any
Rentadora	370 €, classe A+++, 153kWh/any, 7330L/any	285 €, classe A, 310kWh/any, 16.425 L/any
Vitroceràmica	Gas, 899 €, 186m³/any	Elèctric, 649 €, 1941kWh/any
Dutxa	703 €, 65700L/any	500 €, 77.600L/any
Wàter	Model W+W Roca, wàter+pica, 3.000€ (1/4 del total de l'aigua d'estalvi)	360 €, 83.335L/any
Pica		100 €, 1368L/any
Il·luminació	Bombeta 60LEDS 10W, 12 x 16'47 € (190 kWh/any)	Bombeta incandescent 60W, 12 x 0'75 € (uns 585kWh/any)
Consum elèctric	697 kWh/any	3.739 kWh/any
Consum d'aigua	104.565 L/any	187.245 L/any

Taula 8: Diferència de preus, consums i classes dels electrodomèstics d'una casa ecològica i d'una convencional

⁸ Dades extretes de l'IDAE

Com es pot veure (taula 6) hi ha una gran diferència entre els consums elèctrics i d'aigua entre una casa i altra. Tot i això, s'ha de considerar que hi ha una sobre inversió en la casa ecològica que l'ha tindrem en compte al final del pressupost per saber quan es podrà començar a amortitzar la casa i els electrodomèstics.

13.2. Aïllament

	Casa ecològica	Casa convencional
Aïllament	Llana d'ovella, 6'95 €/m ²	Sense aïllament
Vidres	Vidre doble 4mm, lluna incolora i altra reflectant, càmera d'aire de 6mm, 36'06 €/m ²	Vidre simple <i>float</i> 3mm 27'74 €/m ²

Taula 9: Comparació de l'aïllament de les parets i els vidres entre la casa ecològica i la convencional

L'aïllament de llana d'ovella costa 6'95 €/m², perels 328'04m² de les parets exteriors, els 33'20 m² de la coberta del garatge i els 210'31 m² de la coberta principal sumen un total de 3.972 € en aïllament. El que sembla una inversió massa grossa, a la llarga no ho serà, ja que és imprescindible tenir un bon aïllament de les superfícies per estalviar en electricitat, com podria ser en la part de calefacció, ha diferència de les cases convencionals, que inverteixen molt més en calefacció, sense invertir en aïllament

A més, els vidres també són molt importants. A la casa ecològica instal·larem vidres dobles de 4mm amb una càmera d'aire 6mm, que és un aïllament excel·lent. A l'altre banda tenim els vidres simples, que bàsicament són els que tenen la majoria de cases. Si comptem que tenim una superfície total de vidres de 121'48 m², els vidres ens costen 4.373 € a la casa ecològica i 3.370 € a la casa convencional, suposant que hi ha la mateixa superfície de finestres tant a una casa com a l'altre.

13.3. Calefacció

La calefacció és més difícil de calcular, ja que només hi ha dades sobre estimacions, però utilitzant dades de UDESA ⁹ i les seves mesures he aconseguit fer-me una idea del consum en calefacció. S'estima que la calefacció suposa el 17% del consum elèctric d'una família. Segons la mateixa web, una família mitjana de tres membres de l'Estat consumeix uns 6.730 kWh/any, així que amb aquestes dades, sabem que gasten uns 1.144 kWh/any en

⁹ Asociación Española de la Industria Eléctrica

calefacció. Aquestes no són dades del tot fiables, ja molta població espanyola viu en pisos a les grans ciutats, però és la millor aproximació que he pogut fer.

Segons l'IDAE (*Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*) amb un bon aïllament de la vivenda pots estalviar fins un 30% d'electricitat, amb el que gastaríem uns 800'94 kWh/any. A més, si a aquest consum li restem el 20% d'estalvi que suposaria instal·lar terra radiant, obtenim un consum final en calefacció de 640'75 kWh/any.

Pel terra radiant es calcula uns 43 €/m², així quetenint en compte la superfície de la casa i descartant el garatge i el passadís de dalt (l'aire se'n aniria cap amunt fent-lo poc aprofitable), tenim una superfície de 247'35 m² on instal·lar el terra radiant, és a dir, uns 10.636 € de cost inicial. Pot ser que resulti molt car, però gràcies a les plaques solars tèrmiques el seu consum elèctric es veu força reduït, fent-lo força rendible.



En canvi, un sistema de calefacció convencional per caldera, encara que hi ha moltes variables, pot arribar a costar uns 6.000 €, és a dir, 5.989 € més barat.

13.4. Plaques solars tèrmiques

Per les plaques solars es calcula que amb 1m² per persona n'hi ha prou per les necessitats d'aigua calenta sanitària d'una persona en un dia. Així doncs, per tres persones n'hi hauria prou amb 3 m². Però si a més volem escalfar l'aigua pel terra radiant hauríem d'instal·lar més plaques. Com he parlat en el disseny 3, aquestes plaques s'utilitzarien de dia, ja que és quan reben la radiació solar i l'aigua ja ha estat preescalfada. Així, només haurien de compensar la diferència entre els 42°C de la sortida del terra radiant i els 34°C amb la qual arriba, és a dir, 8°C. L'altre diferència entre la temperatura amb la qual l'aigua és subministrada i la que necessita per assolir els 42°C s'assoliria amb sistemes elèctrics durant la nit, ja que la tarifa és més barata.

Aquest seria el disseny ideal, però m'és impossible calcular quantes plaques necessitaria per escalfar tota l'aigua del terra radiant, pel que el terra radiant escalfarà la seva aigua amb electricitat en la seva totalitat, tot i que en el tercer disseny es continua apostant pel sistema de plaques solars pel terra radiant, perquè un cop saps els litres d'aigua del terra radiant i el seu consum en general, podríem aplicar les idees anteriorment esmentades.

Així, si hem de complir la llei del C.T.E (*Código Técnico de Edificación*) sobre la contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària, ens hem d'assegurar que el 70% de l'ACS que utilitzem ha estat escalfada amb plaques solars tèrmiques. Això és fàcil de calcular gràcies a un simple programa que podem usar on-line, i amb el qual introduint les dades de la nostra vivenda, la zona climàtica i el model de placa ens calcula quantes plaques necessitem per complir aquest requisit.

DATOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONSUMO.		DATOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.										
*Tipo de edificio: <input type="text" value="Viviendas unifamiliares"/> *Numero: <input type="text" value="1"/> de viviendas / * <input type="text" value="2"/> dormitorios. *Cantidad: <input type="text" value="30"/> l por persona. (30 l ACS a 60° - CTE)		Dimensionamiento de la instalación <input checked="" type="radio"/> Cálculo Automático / <input type="radio"/> Comprobación de resultados										
k - Factor de simultaneidad: <input type="text" value="1"/> (Valores de 1-0)		*Modelo de Captador:  <input type="button" value="Añadir captador"/> <input type="text" value="LKN LH 26TI"/>										
*Zona climática: <input type="text" value="III"/>  <input type="button" value="SELECCIONAR EN EL MAPA"/> *Provincia: <input type="text" value="GIRONA"/>		*Inclinación respecto a la horizontal: <input type="text" value="40"/> ° Desorientación Sur: <input type="text" value="0"/> ° (Valores de 0°-90°)										
*Temperatura de utilización ACS: <input type="text" value="60"/> °C		Perdidas por sombras sobre los captadores: <input type="text" value="0"/> % <input type="button" value="Método"/>										
*Energía de apoyo: <input type="text" value="Efecto Joule: electricidad mediante efecto Joule..."/>		*Perdidas por: <input type="text" value="General"/>										
Los datos marcados con * son obligatorios.		Constante consideradas en el calculo *Factor corrector conjunto captador-intercambiador: <input type="text" value="0.95"/> *Modificador del ángulo de incidencia: <input type="text" value="0.96"/>										
PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN (%)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
% Ocupación estimada	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>

Taula 10: Càlcul de l'energia i la quantitat de plaques que necessitem per la nostra casa

Com es pot veure aquest programa és molt simple d'usar (taula 8). Només has d'especificar el tipus d'edifici pel qual estàs fent el càlcul i el nombre de dormitoris (per aquest cas, per dos dormitoris ja et calcula tres persones), la quantitat d'aigua calenta per persona a 60°C (30L és el consum mitjà espanyol), la zona climàtica, la temperatura que s'usa l'aigua i l'energia que utilitzes com ajuda. En la segona columna tries el model de placa que faràs servir, en aquests cas la KKN LH-26TI, una placa amb bones característiques, que es pot adaptar a posicions horitzontals i que té un bon rendiments. Els altres apartats et pregunten sobre la situació de les plaques i quin percentatge utilitzaràs (en aquest cas aprofitarem tota l'aigua calenta que arribi a escalfar el sistema).

CTE DB-HE-4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONSUMO.

Viviendas unifamiliares

1 viviendas con 2 dormitorios, según CTE 3 personas por vivienda.

Con un consumo de 30 litros por persona.

Temperatura de utilización = 60 °C.

Consumo total de 90 litros por día.

DATOS GEOGRÁFICOS

Provincia: GIRONA

Latitud de cálculo: 42°

Zona Climática : III

Los porcentajes de utilización a lo largo del año previstos son:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
% de ocupación:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Deman. Ener. [kWh]:	175	155	165	153	155	147	149	152	150	159	160	175
Total demanda energética anual:												1.895 kWh

DATOS DEL CAPTADOR SELECCIONADO

Modelo: LKH LH 26TI

Factor de eficiencia óptica = 0,720

Coeficiente global de pérdidas = 4,300 W/(m²·°C)

Área Útil = 2,63 m².

Dimensiones: 1,902 m x 1,45 m.

Constantes consideradas en el cálculo

Factor corrector conjunto captador-intercambiador 0.95

Modificador del ángulo de incidencia 0.96

Temperatura mínima ACS 45°

RESULTADOS DEL SISTEMA SELECCIONADOS

Número de Captadores: 1

Área Útil de captación: 2.63 m².

Volumen de acumulación ACS: 210 l

Inclinación: 40 °

Desorientación con el sur:0 °

PERDIDAS DEL SISTEMA

Caso General

Por inclinación. (optima 40°) =0,00%

Por desorientación Sur: 0,00%

Por sombras 0 %

CALCULO DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DEL SISTEMA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV
EU=f*DE:	92	111	143	135	147	142	163	159	148	140	104
Total producción energética útil anual:											1.576 kWh

RESULTADOS

E. Demandada:

E. Producida:

Factor F anual aportado de: 83%

EXIGENCIAS DEL CTE

Zona climática tipo: III

Sistema de energía de apoyo tipo: Efecto Joule: electricidad mediante efecto Joule.

Contribución Solar Mínima: 70%

CUMPLE LAS EXIGENCIAS DEL CTE

EXIGENCIAS DEL CTE Respecto al límite de pérdidas

Orien. e incl.

Sombras

Total

Pérdida permitidas en CTE. Caso General

10%

10%

15%

Pérdida en el proyecto

0,00%

0,00%

0,00%

CUMPLE LAS EXIGENCIAS DEL CTE

CÁLCULO ENERGÉTICO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	
% ENERGÍA APORTADA:	52%	72%	87%	88%	95%	96%	109%	105%	99%	89%	65%	53%

Cumple la condición del CTE, no existe ningún mes que se produzca más del 110% de la energía demandada.Cumple la condición del CTE, no existen 3 meses consecutivos que se produzca más de un 100% de la energía demandada.

Taula 11: Resultats dels càlculs sobre l'ús d'energia solar tèrmica a la nostra vivenda

En aquesta taula (taula 9) podem veure els resultats dels nostres càlculs. Ens resumeix les dades que havíem seleccionat anteriorment i ens fa un càlcul de la demanda d'energia elèctrica que utilitzaríem per escalfar l'aigua de la casa en un any, que són 1.895 kWh. A continuació ens diu el número de captadors que necessitem (enquadrat en taronja), l'àrea útil de captació i el volum que necessitem per l'acumulador (en aquest cas 210L). A la taula següent ens fa un càlcul de l'energia que produiria aquesta placa, arribant a la quantitat de 1.565 kWh produïts per la placa en un any. Això vol dir que durant l'any

pagaríem només 330 kWh en qüestió d'escalfar l'ACS. A més aquest programa ens diu si complim les exigències del CTE, és a dir, que produïm el 70% de l'energia destinada a escalfar l'ACS, que no hi hagi cap més en que produïm més del 110% de l'energia necessària i que no hi hagi tres mesos seguits que produïm més del 100%.

Amb tot això arribem a la conclusió que amb una placa tenim suficient energia per la instal·lació d'aigua calenta sanitària. Tot i això, a part del que ens estalviem amb electricitat, hem de calcular la inversió que hem fet en aquest sistema:

Producte	Preu
Placa solar LKN LH-26TI	770 €
Tubs de circulació interiors i exteriors	334 €
Bomba pel sistema de circulació	464 €
Central de control solar (sondes de temp.)	431 €
Acumulador Domusa 250 L	859 €
Pack elèctric auxiliar	198 €
TOTAL	3.056 €

Taula 12: Pressupost del sistema de plaques solars tèrmiques per ACS

13.5. Plaques solars fotovoltaïques

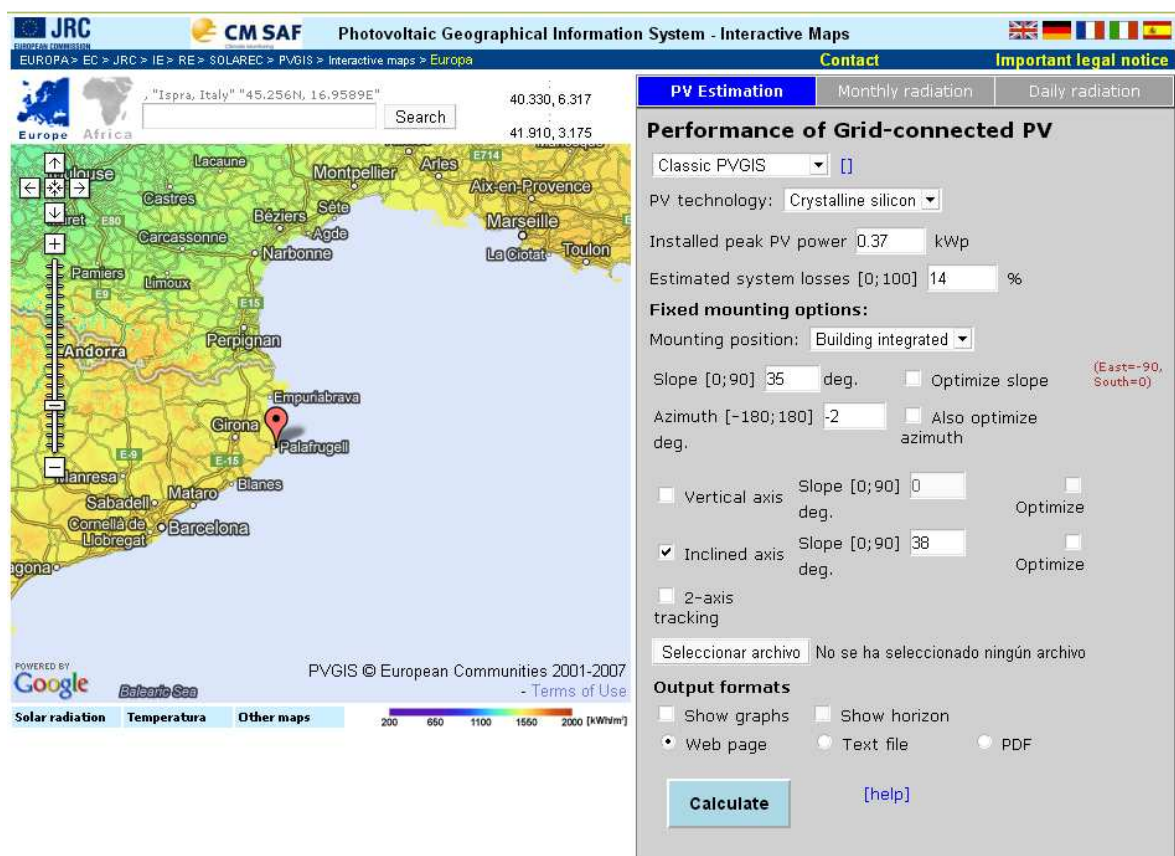
Les plaques solars fotovoltaïques ens poden aportar electricitat extra que podem utilitzar durant el dia. Depenent de cada habitatge es pot instal·lar una potència o una altra, sempre sabent el que volem que finalment aquesta instal·lació ens retorni. Nosaltres, al tenir una ja xarxa elèctrica connectada, no ens són necessàries les bateries, que serien només un cost més. Així doncs, els costs principals de les instal·lacions són:

Dispositiu	Preu
Placa solar fotovoltaica monocristal·lina EX-280-300	2 x 336 €
Regulador Steca Tarom 40A 48V	356 €
Inversor Sunny Boy 3300	1.770 €
TOTAL	2.798 €

Taula 13: Pressupost del sistema de plaques solars fotovoltaïques per consum elèctric

Les plaques EX-280-300 són plaques monocristal·lines, és a dir, amb un millor rendiment que d'altres tipus com les policristal·lines. Tenen una tensió màxima de 36'8 V i una intensitat màxima de 7'61 A. Així que hem de connectar les plaques en paral·lel, per aconseguir un voltatge igual que l'anterior i una intensitat de 15'22A.

Amb aquestes dades utilitzem un regulador de 40A i 48V i un inversor d'acord amb les característiques del circuit. Ara, amb un programa també molt simple de la UE, podem calcular quan ens produiria la placa fotovoltaica:



Taula 14: Càlcul de l'energia generada gràcies a l'instal·lació de les plaques solars fotovoltaïques

Tot i ser amb anglès el programa és molt senzill d'utilitzar i només requereix que introduïm algunes dades essencials (taula 12). Al mapa de l'esquerra has de seleccionar la localització de l'edificació, en aquest cas Palafrugell. A la dreta et demana quin tipus de mapa vols utilitzar (en aquest cas el climatològic), el tipus de placa (cristal·lina), la potència màxima de les plaques (en aquest cas 2 x 0'185 kWp) i les pèrdues estimades. Al

següent apartat et demana dades sobre la col·locació de la placa: si està integrada o està fixada d'alguna altra manera, els graus d'inclinació tant vertical com horitzontal, etc. Finalment ja podem calcular l'energia que produirà:

Performance of Grid-connected PV

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [\[this\]](#)

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 41°54'37" North, 3°10'30" East, Elevation: 45 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-classic

Nominal power of the PV system: 0.4 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature: 15.1% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.7%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 29.0%

Inclined axis tracking system inclination=38°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	1.08	33.6	3.89	121
Feb	1.25	35.0	4.58	128
Mar	1.71	52.9	6.43	199
Apr	1.81	54.2	6.89	207
May	1.97	61.1	7.63	236
Jun	2.18	65.3	8.55	256
Jul	2.36	73.0	9.46	293
Aug	2.08	64.5	8.35	259
Sep	1.80	54.0	7.05	212
Oct	1.41	43.7	5.39	167
Nov	1.06	31.8	3.89	117
Dec	0.99	30.7	3.55	110
Yearly average	1.64	50.0	6.31	192
Total for year		600		2300

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

PVGIS © European Communities, 2001-2010

Taula 15: Resultats dels càlculs per la nostra instal·lació fotovoltaica

En aquesta pàgina (taula 13) es pot veure com et descriu la teva instal·lació, com la latitud, la potència i totes les dades que hem introduït abans. El que ens importa en aquest cas, però, és la taula amb els resultats. Ens divideix per mes quanta energia en kWh produiríem per dia (Ed) i per mes (Em). A les altres dos columnes ens dóna dades sobre la irradiació solar, és a dir, quanta energia provinent del Sol en forma de radiació ens arriba a la Terra per metre quadrat. Aquestes mesures en kWh/m² ens les dóna tant per dia (Hd), com per mes (Hm). Finalment ens diu les dades en tot un any, sabent que ens arribaran 2.300 kWh/m² d'irradiació solar i que produïrem 600 kWh pel nostre autoconsum.

13.6. Central mini eòlica

L'últim punt del qual hem calcular despeses i beneficis abans de fer el pressupost final és la central mini eòlica del terreny. Amb les dades de la velocitat del vent del primer punt podem saber que la velocitat del vent mitjana a Palafrugell és de 9 m/s. Sabent això, podem buscar aerogenerador on la potència màxima sigui quan el vent bufi sobre els 15 - 20 m/s.

Però tenim el problema que no podem saber quantes hores de vent hi ha al dia o al llarg de l'any. Per saber-ho, hauríem de fer un estudi climatològic del terreny complet. Aquest estudi pot arribar a ser força car (uns 2.000 €), però hi ha empreses que si després de fer aquest estudi instal·les un aerogenerador no et cobren l'estudi. Tot i això, no podem analitzar els beneficis en qüestió d'electricitat del generador, pel qual descartarem el seu ús en aquesta vivenda ecològica.

Igualment aquestes instal·lacions són poc rendibles, i poden arribar a no ser-ho, bàsicament perquè necessiten condicions força favorables i una instal·lació de bateries, ja que pot ser que el vent bufi de nit, quan casi no es consumeix electricitat. Així, aquesta és una de les altres raons per el qual la descarto.

13.7. Pressupost final

Instal·lacions	Casa ecològica	Casa convencional
Electrodomèstics	7.102'64 €	3.177 €
Aïllament	3.972 €	-
Vidres	4.373 €	3.370 €
Calefacció	10.636 €	6.000 €
Plaques solars tèrmiques	3.056 €	-
Plaques solars fotovoltaïques	2.798 €	-
TOTAL	31.937 €	12.547 €
Diferència a recuperar	19.390 €	

Taula 16: Diferències de preus totals entre la casa ecològica i la convencional. A baix, la diferència a recuperar

En aquesta taula (taula 14) es poden veure tots els preus de les inversions que hem anat fent, tant a la vivenda ecològica com a la convencional. Com es pot veure, hi ha molta diferència entre els costos de la casa ecològica i els de la convencional, però esperem recuperar-la en uns quants anys. Per saber-ho, hem de fer un estudi en general de l'electricitat i l'aigua consumida tant d'una casa com de l'altra.

Consum elèctric	Casa ecològica	Casa convencional
Electrodomèstics	697 kWh/any	3.739 kWh/any
Calefacció	640'75 kWh/any	1.144 kWh/any
ACS	1.845 kWh/any	1.845 kWh/any
TOTAL	3.182'75 kWh/any	6.730 kWh/any

Taula 17: Consum total elèctric de l'habitatge sostenible i la vivenda convencional

Però en aquesta taula (taula 15) li hem de restar el que produeixen les plaques solars tèrmiques i les solars fotovoltaïques, per tant:

Instal·lacions solars	Producció elèctrica
Plaques solars tèrmiques	1.565 kWh/any
Plaques solars fotovoltaïques	600 kWh/any
TOTAL	2.165 kWh/any

Taula 18: Producció d'energia conjunta entre plaques tèrmiques i plaques fotovoltaïques

Així, ens queda que el consum elèctric de la casa ecològica se'ns redueix 2165 kWh/any, quedant un estalvi de:

Consum elèctric	Casa ecològica	Casa convencional
TOTAL	1.017'75 kWh/any	6.730 kWh/any
Estalvi	5.712 kWh/any	

Taula 19: Estalvi elèctric de la casa ecològica en kWh/any

Com es pot veure a la taula anterior (taula 17), hi ha molta diferència entre els consums finals de les dos cases, ja que la casa convencional consumeix uns cinc cops més que la casa ecològica en un any. Encara, però ens queda veure l'estalvi en aigua:

Consum d'aigua	Casa ecològica	Casa convencional
TOTAL	104.565 L/any	187.245 L/any
Estalvi	82.680 L/any	

Taula 20: Estalvi en L/any comparant la casa ecològica amb la convencional

Hi ha un estalvi enorme d'aigua només canviant els electrodomèstics per uns d'una classe més ecològica, però encara ens queda la carta de l'aprofitament de la pluja.

Si calculem que la superfície de la teulada (sense comptar el garatge), és d'uns 222 m², però com que volem aprofitar tota l'aigua de la cara sud, i una part de la teulada té inclinació nord, la superfície útil serà de 156'37 m².

Ara, si fem una mitjana dels litres que han plogut cada més en els últims tres anys, veiem que en aquests anys han plogut, de mitjana un 605 L/m². Si multipliquem aquests litres per metre quadrat per la superfície útil podem saber que cada any podríem aprofitar 94.548'79L. Això però, no és del tot cert, perquè sempre hi ha filtres que no estan nets o petites fuites, pel que es calcula que hi ha un 10% de pèrdues d'aigua, que significa que la captació final d'aigua és de 85.094 L, 2.414L més del que ens estalviem gràcies als electrodomèstics.

Així, el consum de l'aigua, restant aquests litres aprofitats de les precipitacions, queda com:

Consum d'aigua	Casa ecològica	Casa convencional
TOTAL	19.471 L/any	187.245 L/any
Estalvi	167.774 L/any	

Taula 21: Estalvi total d'aigua després de l'aprofitament de l'aigua de la pluja

Per calcular l'estalvi total de l'aigua, hem de fer uns quants càlculs abans, ja que hi ha més dificultat al tenir en compte que hi ha diversos trams a l'hora de pagar el cost de l'aigua i també diversos cànons sobre aquests litres. A més, com a dificultat afegida, les factures estan en m³, pel que haurem de treballar amb aquestes unitats i tots els consums han d'estar arrodonits a l'alça fins a la unitat.

Si sabem que a la casa ecològica consumim 19.471 L/any, això són 19'47 m³/any, encara que a la factura ens els cobraran com a 20 m³. Com que les factures són trimestrals, podem dividir el nombre de metres cúbics per any per quatre trimestres, per veure dins de quin tram estarien, però com que sabem que el tram dos comença a partir dels 30 m³, sabem que el total consumit estarà sempre dins del primer tram, igual que el cànon (taula 20).

Casa ecològica	m³ consumits	Preu per m³	Preu total
Consum 1r tram	20	0'3615	7'23 €
Cànon 1r tram	20	0'4469	8'94 €
Preu total per any			16'17 €

Taula 22: Càlcul del preu de l'aigua consumida a la casa ecològica

Per la casa convencional hem de fer el mateix càlcul (taula 20)., tenint en compte que consumeix 187.245 L/any, és a dir, 187'245 m³/any. Així, consumeix de mitjana 46'81 m³ cada trimestre. També hem de tenir en compte que en el primer tram de consum s'hi encabeixen fins a 30 m³, però en el cànon el límit és fins a 27 m³, així que aquests 3 m³ restants te'ls cobren en el cànon del segon tram.

Casa convencional	m³ consumits	Preu per m³	Preu total
Consum 1r tram	30	0'3615	10'85 €
Consum 2n tram	17	0'65	11'05 €
Cànon 1r tram	27	0'4469	12'07 €
Cànon 2n tram	20	1'0294	20'59 €
			x 4 trimestres
Preu total per any			218'24 €

Taula 23: Càlcul del preu de l'aigua consumida en la casa convencional

Ara, si restem el cost de l'aigua en l'habitatge ecològic a la despesa d'aigua de la vivenda convencional, sabrem que cada any ens estalviem 202'07 € en consum d'aigua.

A continuació, podem calcular quants euros ens estalviem cada any en despeses d'electricitat i calcular el total de l'estalvi d'euros per any

	Estalvi	Preu de la unitat	Preu estalvi per any
Electricitat	5712 kWh/any	0'149198 €/kWh	852'22 €/any
Aigua			202'07 €/any
TOTAL			1054'29 €/any

Taula 24: Estalvi d'euros per any tenint en compte estalvis en electricitat i aigua

I ara que tenim l'estalvi total en euros per any (taula 22), i a més sabem quina inversió de més hem fet a la casa ecològica, podem saber quan haurem recuperat tots els diners invertits, i alhora, a partir de quan podrem començar a treure profit econòmic de la instal·lació. Per fer-ho només cal dividir els 19.390 € que hem de recuperar pels 1.054'29 €/any que ens estalviem.

Fent aquest càlcul, deduïm que la instal·lació de la casa ecològica començarà a ser rendible en la seva totalitat al cap de 18 anys.

14. Conclusions

Després d'haver fet un estudi de molts dels dissenys arquitectònics ecològics més utilitzats i dels aparells que, incorporats a la vivenda, fan que tingui un rendiment més alt, ja he pogut arribar a una sèrie de conclusions.

El clima de Palafrugell és un clima suficientment bo com per poder-lo aprofitar al màxim. Això vol dir que tant es pot aprofitar la gran radiació solar a l'estiu com les pluges de la tardor. Fent unes simples inversions, com un sistema de canalitzacions per l'aigua i la col·locació de plaques solars, la vivenda consumirà molt menys del que ho feia, a més de ser molt més respectuosa amb el medi ambient.

El problema d'aquestes instal·lacions és que en algunes d'elles, tot i resultar rentables al cap d'uns anys, la primera inversió és massa gran, fent que molta gent no se les pugui permetre.

Un exemple d'això són els aïllants ecològics per les parets: Tot i que no he comparat el preu entre els aïllaments ecològics i els sintètics, hi ha força diferència de preu, pel que la gent acostuma a instal·lar el més barat, sense preocupar-se per la natura. Tot i el que he explicat, això està començant a canviar. Per una banda, la gent comença a tenir una mentalitat més oberta, i ja pensa en el factor mediambiental a l'hora de triar unes instal·lacions o altres. Per l'altra banda, els materials ecològics estan reduint el seu preu molt ràpidament, tant per subvencions dels governs com per l'augment creixent en la demanda.

També ha passat una cosa semblant en el negoci de les plaques solars: Quan es van començar a comercialitzar eren plaques amb molt poc rendiment i un preu molt elevat, pel que més aviat eren una cosa exòtica que només es podien permetre les famílies més adinerades o grans empreses. Això ara ja ha canviat, i s'ofereixen moltes facilitats tant a l'hora de la compra com a la instal·lació. Ara mateix, es calcula que el preu d'una placa solar es calcula a 1€/W, cosa que resulta sorprenentment econòmica.

Tot i l'avenç en el negoci de les plaques solars, també m'he adonat que el negoci de l'energia eòlica per instal·lacions autònomes encara ha de fer un gran avenç. Moltes d'aquestes instal·lacions poden arribar a ser inviables per molts habitatges, ja que hi ha

molts factors a tenir en compte: L'emplaçament ha de ser adequat, com la mida de la torre, i abans i més important, s'ha de fer un estudi complet del vent de la zona. Això ja resulta car de per si, tot i que ara es comencen a abaratir els preus, però encara falta temps fins que instal·lacions eòliques puguin resultar tant rendibles com les plaques solars.

En aquest treball, tot hi adonar-me que hi havia moltes coses que necessitaven millorar, com he explicat anteriorment, també he descobert que molts cops la solució més simple era la més rentable i la que més s'acabava amortitzant. Molts cops es pensa que l'arquitectura és una cosa força complexa i que s'han de tenir en compte moltes coses, i així és, però també és veritat que pot simplificar molt les solucions als problemes que podries tenir. Aquest és el cas del voladís de la façana sud de la casa.

Com jo havia explicat tant en el primer com en el segon disseny, volia posar un sistema d'heures que no permetien entrar molta part de la llum a l'estiu però sí a l'hivern. Aquest sistema resultava una mica complex, ja que s'havien de plantar i adequar les finestres perquè l'heura pogués pujar. Així, em van proposar fer un sistema molt més senzill: el voladís. Aquest sistema era molt més simple, i un cop construït ja el tenies allà per sempre. A més et proporcionava protecció per la pluja i te la reconduïa, fent-la més aprofitable. Així doncs, aquesta és una prova de que molts cops les coses més senzilles són les millors.

Finalment, un cop acabades les parts més teòriques sobre el disseny i l'arquitectura, vaig poder centrar-me en el pressupost, una part força complexa del treball per totes les dades que havia de tenir en compte, però que m'ha resultat molt aclaridora per les conclusions que n'he pogut extreure.

El meu objectiu era saber si la casa ecològica podria arribar a ser rentable o no, i com es pot veure al final del pressupost, resulta rentable. El que m'interessava era saber el temps d'amortització, ja que podria haver sigut de quaranta anys, però si tenim en compte que estarà amortitzada al cap de divuit anys, podem considerar que el disseny a sigut un èxit.

Per què ha sigut rentable? Bé, per molts motius. Un d'ells és que el disseny de la casa ja estava adaptat a la climatologia de Palafrugell, és a dir, és l'habitatge és el que s'adapta al clima, no el clima el que s'ha d'adaptar a la vivenda. També resulta més econòmica al llarg del temps perquè, tot i fer una sobre inversió de 19.390 €, amb un estalvi constatat de 1054€/any, és quasi bé impossible que no resulti millor econòmicament. A més, hem de

tenir en compte que el preu de l'aigua i de la llum augmentarà per segur, fent que aquest sistema es pugui amortitzar fins i tot abans dels divuit anys previstos.

A més d'aquest estalvi econòmic també hem de tenir en compte l'estalvi en matèries com aigua i electricitat, fent la casa més respectuosa pel medi ambient. És possible que utilitzant altres materials, com materials sintètics per l'aïllament, la casa ens hagués sortit més econòmica, recuperant els diners abans, però no busquem tan sols un benefici econòmic, sinó un benefici ecològic.

Finalment, un cop exposades les conclusions en el disseny i el pressupost, podem considerar que el treball ha sigut un èxit. Tot i la els problemes en que m'he anat trobant, he pogut complir molts dels meus objectius. Podria haver aprofundit més en certs temes del treball, com a l'aprofitament actiu o la part d'arquitectura bioclimàtica, però estic satisfet amb el resultat general. Aquest és un d'aquells tipus de treballs que no es poden completar mai al cent per cent, ja que un cop estàs content amb el resultat, hi ha nous dispositius i dissenys encara més ecològics i rendibles.

15. Bibliografia

VALE, Brenda. *The self-sufficient house*. Londres: H. Blume Editorial, 1980.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. *Arquitectura ecológica*. França: Groupe Moniteur, 2001.

HIGUERAS, Esther. *Urbanismo bioclimático*. Barcelona: Gustavo Gili editorial, 2006

METEOPALAFRUGELL. *El temps a Palafrugell* [en línia]

<<http://www.meteopalafrugell.net/>>

VIQUIPÈDIA. *El clima de Catalunya* [en línia].

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Clima_de_Catalunya>

ABIOCLIMATICA. *Arquitectura bioclimática* [en línia].

<<http://abioclimatica.blogspot.com.es/>>

ESTABANELL. *Consells sobre l'aïllament tèrmic* [en línia]

<<http://www.estabanell.com/consells/aillament-termic.php>>

HOGAR EFICIENTE. *Consejos para el aislamiento de fachadas y cubiertas* [en línia]

<<http://www.hogareficiente.com/ca/hogar-eficiente/consejos-eficientes-para-aislamiento-de-fachadas-y-cubiertas>>

MADRID ARQUITECTURE. *Los aislantes ecológicos* [en línia]

<<http://www.madridarquitectura.com/es/blog/169-los-aislantes-ecologicos.html>>

CONSUMO RESPONSABLE. *Arquitectura bioclimática* [en línia]

<<http://www.consumoresponsable.org/actua/energia/energiasbioclimatica>>

TERPOLAR. *Aïllaments de poliuretà* [en línia] <<http://www.terpolar.com/poliureta.html>>

COMPOSTADORES. *Qué es el compostaje* [en línia]

<<http://www.compostadores.com/h/que-es-el-compostaje>>

IDAE. *Análisis del consumo energético del sector residencial en España* [en línia]

<http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Informe_SPAHOUSEC_ACC_f68291a3.pdf>

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA. *Guía de consumo* [en línea]

<http://www.ree.es/operacion/pdf/Guia_Consumo_v2.pdf>

UNESA. *Consumo de electricidad española* [en línea]

<http://www.unesa.net/unesa/unesa/electricidad/ficha2_9.html#>

ESAK. *Calefacción por suelo radiante* [en línea]

<<http://www.esak.es/novedades/12-suelo-radiante/10-suelo-radiante.html>>

KONSTRUIR. *Código técnico de Edificación* [en línea] <<http://konstruir.com/C.T.E/>>

GIRASOLAR. *Captadores de LKN* [en línea]

<<http://www.girasolar.es/index.php/captadores-de-lkn>>

E-SOLARVAL. *Reguladores de carga* [en línea]

<<http://www.e-solarval.com/index.php/categorias/reguladores-de-carga>>

DISTRIBUCIONES SOLARES. *Módulos fotovoltaicos* [en línea]

<<http://www.distribucionessolares.com/files/productos/>>

SOLETE. *Conexión de placas solares* [en línea] <<http://solete.nichese.com/conexion.html>>

ERCYL. *Listado de precios de inversores* [en línea]

<<http://www.ercyl.com/recursos/pdf/sma/listado-precios-inversores-sma.pdf>>

MPPTSOLAR. *Como conectar paneles solares en paralelo* [en línea]

<<http://www.mpptsolar.com/es/paneles-solares-paralelo.html>>

ANTONIO NAREJOS. *Programas para calcular instalaciones fotovoltaicas* [en línea]

<<http://antonionarejos.wordpress.com/2011/06/06/programas-gratuitos-para-calcular-instalaciones-fotovoltaicas/>>

EUROPEAN COMISSION. *Photovoltaic Geographical Information System* [en línea]

<<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>>

OPEX ENERGY. *Tipos de aerogeneradores* [en línea]

<http://www.opex-energy.com/eolica/tipos_aerogeneradores.html>

16. Annexos

16.1. Memòria de la maqueta

Aquest projecte s'ha realitzat amb el model del tercer disseny a E 1:50. Crec que era necessari realitzar aquesta maqueta perquè es veiés ben clar que una casa així és perfectament possible, i també perquè quedés plasmat tot el treball d'aquest projecte en un model real que tothom pot veure i que és fàcil que arribi a la gent.

16.1.1. Característiques del projecte¹⁰

16.1.1.1. Proposta

Dissenyar i construir una maqueta de la vivenda sostenible amb plaques solars fotovoltaïques al teulat per encendre una bombeta LED. El sistema ha d'incorporar unes quatre plaques, suficients per la instal·lació.

16.1.1.2. Materials

La base i els murs de l'habitatge seran de cartró ploma de 3mm de gruix. El teulat serà de goma blanca de 2mm de gruix i les finestres de plàstic dur. Les unions entre parets es realitzaran amb cola blanca, i les de les finestres amb cola d'impacte. Els marcs de les finestres estaran fets de cartolina de color cromat, i les baranes de l'escala de fusta.

16.1.1.3. Funcionament elèctric

Les plaques solars fotovoltaïques es connectaran de forma mixta, sempre tenint en compte que han de proporcionar la tensió i el corrent necessari per que el LED s'il·lumini. Si no és possible encendre la bombeta, es pot utilitzar algun tipus de pila per donar suport al sistema elèctric. Els cables hauran de connectar les plaques solars o pila amb la bombeta de la manera més estètica possible, intentant que es vegi el menys possible.

16.1.1.4. Mida

Les mesures de la maqueta es correspondran a l'escala utilitzada, arribant a una alçada màxima d'uns 18cm i una amplada màxima de 41cm. Aquestes dades es poden modificar

¹⁰ Es poden trobar els plànols de la maqueta en el CD adjunt sota la carpeta *Plànols de l'habitatge*.

segons com s'hagi treballat el material, podent ser de mides més o menys petites. La base serà de 50 x 70 cm.

16.1.2. Pla de treball

El primer pas és dissenyar els plànols de la vivenda en Autocad, de manera que hem de tenir dues plantes (pis de baix i superior), dues façanes (nord i sud), un lateral i una secció. A més, es s'inclouran plànols no acotats per mostrar la distribució dels mobles a la casa.

Seguidament es passarà la planta del pis de baix a la base de cartró (sempre a escala i deixat els marges necessaris). Un cop finalitzat aquest procés, es començaran a dibuixar totes les peces necessàries a una altra peça de cartró, tenint en compte una numeració que ens servirà per reconèixer cada peça.

Un cop estiguin totes dibuixades, es tallaran amb un cúter de manera calmada, sempre intentant ser el més precís i acurat possible. Un cop totes les peces estan tallades és necessari llimar-les per evitar imperfeccions alhora d'enganxar-les.

Quan totes les peces ja estan en perfecte estat, podem fer una primera comprovació si les peces són de la mida correcta i encaixen bé. En cas negatiu s'hauran de refer o adaptar. En cas positiu, es pot passar a empaperar o pintar les peces que ho necessitin.

Abans d'enganxar definitivament cal retallar els trossos de plàstic necessaris per fer els finestrals i les finestres. Un cop retallades, s'enganxaran les finestres al cartró amb cola d'impacte. Cal fer els marcs de les finestres i portes abans d'enganxar les parets a la base

Ara que totes les peces estan acabades ja es pot començar a enganxar-les de forma acurada, sempre intentant que quedin amb angle recte (es pot utilitzar un escaire per assegurar-te'n).

Un cop totes les peces estan enganxades és l'hora de retallar el teulat amb la forma i mides necessàries i acomodar les plaques correctament. Connectarem els cables necessaris amb la bombeta i fixarem el teulat per el costat més elevat, de manera que l'altre quedi mòbil i es pugui aixecar.

Com a últim decorarem el jardí amb arbres en miniatura, una solera de grava i els camins necessaris per accedir a la casa i el garatge. Tot anirà acompanyat d'un recobriment verd que simularà l'herba.